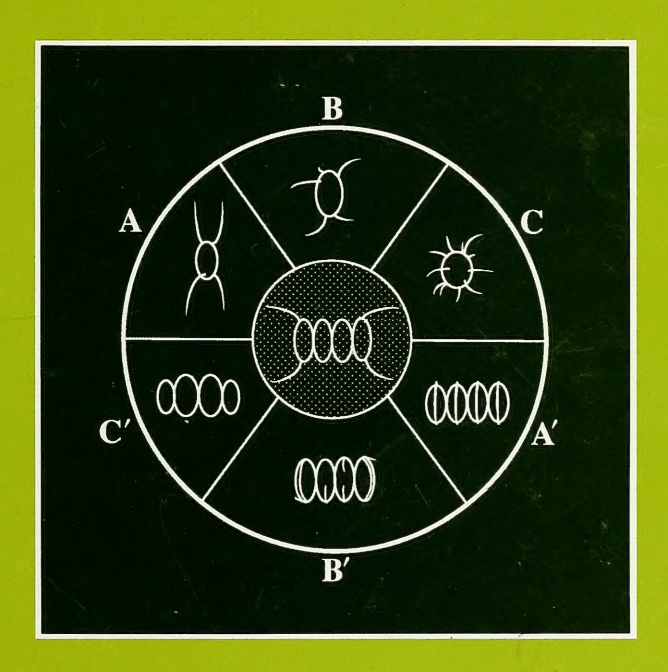
ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 56 NUMERO 2 1999

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE





GAYANA BOTANICA
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y OCEANOGRAFICAS
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
CHILE

La revista Gayana Botánica, dedicada al naturalista francés Claudio Gay (1800-1873), es el órgano oficial de Ediciones de la Universidad de Concepción, Chile, para la publicación de resultados de investigaciones originales en las áreas de la botánica. Su aparición es periódica, de un volumen anual compuesto por dos números. La revista recibe trabajos realizados por investigadores nacionales y extranjeros, elaborados según las normas establecidas para los autores. La recepción es permanente. Acepta trabajos escritos en español e inglés. La publicación en otros idiomas deberá ser consultada previamente al editor. Gayana Botánica recibe, además, libros para ser comentados y publica sin costo, luego de ser aceptados por el Comité Editor, comentarios de libros, comunicaciones de eventos científicos y obituarios.

Para las instrucciones a los autores, ver reglamento en Gayana Botánica 54(1), 1997.

Acredited with the International Association for Plant Taxonomy for the porpouse of registration of new names of vascular plant and fungi.

Indexada en: Biological Abstracts (BIOSIS, Philadelphia); CSA Biological Science (Cambridge Scientific Abstract); Kew Records (London); Botanico-Periodicum-Huntianum (Pittsburgh); Index to American Botanical Literature (Brittonia, New York); Current Advances in Plant Science (Amsterdam).

Subscripción anual: US$ 23.60 (dos volúmenes al año).

Homepage: http://www.udec.cl/~natur1/botanica/gayana/gayanbot.html

Diseño y Diagramación
Maité Núñez R.

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 56 NUMERO 2 1999

CONTENTS

Articles

Short communications

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 56 NUMERO 2 1999

CONTENIDO

Artículos

Comunicaciones breves

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION - CHILE

"Los infinitos seres naturales no podrán perfectamente conocerse sino luego que los sabios del país hagan un especial estudio de ellos"

CLAUDIO GAY, Hist. de Chile, Zool. 1:14 (1847)

PORTADA: Representación diagramática de las etapas iniciales, intermedias y finales en la secuencia ordenada de ecomorfos para tres especies de *Scenedesmus*. Fig. 3 (Morales, E.A. & F.R. Trainor, pág. 83).

ESTA REVISTA SE TERMINÓ DE IMPRIMIR
EN LOS TALLERES DE IMPRESOS ANDALIÉN
CONCEPCIÓN, CHILE,
EN EL MES DE DICIEMBRE DE 1999,
EL QUE SÓLO ACTÚA COMO IMPRESORA
PARA EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Gayana Bot. 56(2): 69-76, 1999 ISSN 0016-5301

PATRON FLORISTICO DE LIQUENES EPIFITOS DE *NOTHOFAGUS GLAUCA* EN UN BOSQUE COSTERO DE CHILE CENTRAL

FLORISTIC PATTERN OF EPIPHYTES LICHENS OF NOTHOFAGUS GLAUCA *IN A COASTAL FOREST OF CENTRAL CHILE*

Iris Pereira[1], José San Martín[1] y Claude Roux[2]

RESUMEN

Se estudió la flora liquénica epífita en *Nothofagus glauca* en cuatro localidades costeras de la VII Región, Chile central. Esta incluye 21 taxa, distribuidos en 11 microlíquenes y 10 macrolíquenes, concentrándose la mayor diversidad en forófitos adultos. La lista de los taxa se complementa con una descripción original, frecuencia, según edad del forófito, exposición y distribución geográfica en el país.

PALABRAS CLAVES: Líquenes corticícolas, flora liquénica, *Nothofagus glauca*.

ABSTRACT

The epiphyte lichen flora of *Nothofagus glauca* forest was studied at four coastal localities of VII Region, central Chile. The flora includes 21 taxa, 11 microlichens and 10 macrolichens, the highest diversity was found on adult phorophytes. Morphological descriptions frequency, diameters of the phorophytes, exposition and geographical distributions are given for each taxon.

KEYWORDS: Corticolous lichens, lichen flora, *Nothofagus glauca*.

INTRODUCCION

Nothofagus glauca (Fagaceae) es una especie arbórea, nativa y caducifolia. Su área de distribución en Chile se extiende por la Cordillera de la Costa, desde el sur de Santiago (33° S) a Chillán (37° S) (Donoso, 1975a). Entre los ríos Mataquito e Itata, en este cordón cordillerano, originalmente la especie dominó con masas boscosas que dieron origen al Bosque Maulino (Pisano, 1954; Donoso, 1975b). *N. glauca* alcanza una altura media de 20-25 m y durante el crecimiento presenta un cambio en la textura de la corteza. Esta es lisa y delgada en estado juvenil, luego gruesa, ceniciento-rojiza y desprendible en los adultos.

Para la flora liquénica epífita en *Nothofagus glauca* de la Región del Maule, Zahlbruckner (1933), entrega como primeros resultados ocho especies: *Lecanora chlarona* Ach., *L. pallida* (Schreb.) Schaer., *Caloplaca brebissonii (*Fée) Zahlbr., *Parmotrema crinitum* (syn: *Parmelia cirrhata* Fr.), *Protousnea dusenii* (D.R.) Krog (syn:*Usnea dusenii* D. Rietz), *Protousnea poeppigii* (Nees & Flot.) Nyl., *Usnea dasypoga* Ach. y *U. xanthopoga* Nyl. Dada la escasa y pretérita información de este tipo de flora asociada a *Nothofagus glauca*, se propone aquí ampliar y actualizar su diversidad y distribución en relación con la edad del forófito, agregando información fitogeográfica de las especies encontradas.

AREA DE ESTUDIO

El estudio se realizó en la Cordillera de la Costa, entre los ríos Mataquito (34°58'S, 71°49'W) y Curanilahue (35°50'S, 72°30'W). En este tramo el relieve es muy variado, con elevaciones inferiores a los 1.000 m.

[1] Instituto de Biología Vegetal y Biotecnología, Universidad de Talca, Casilla 747, Talca. Chile.
[2] Institut Mediterranéen d'Ecologie et Paléoécologie, Faculté de Sciences et Techniques de Saint Jérôme, 13397 Marseille, France.

Los suelos son de tipo pardo no cálcicos a transición a laderitas pardo rojizo, que yacen en un sustrato geológico de tipo metamórfico (Roberts y Díaz, 1959-1960).

El clima es de tipo mediterráneo, con características subhúmedas por la influencia oceánica (Di Castri y Hajek, 1976).

La vegetación superior dominante la constituye el Bosque Maulino de *Nothofagus glauca* "Hualo" (Pisano, 1954; Donoso, 1975a, 1975b).

METODOLOGIA

Se trabajó en rodales de *Nothofagus glauca* de cuatro localidades. Dos de ellas están situadas al norte del río Maule: Macal (35°15'S, 72°05'W), 445 m y Coipué (35°32'S, 72°08'W), 305 m. Las dos localidades restantes se encuentran al sur del río mencionado y corresponden a El Fin (35°35'S, 72°20'W), 400 m y El Corte (35°48'S, 72°30'W), 215 m (Fig.1).

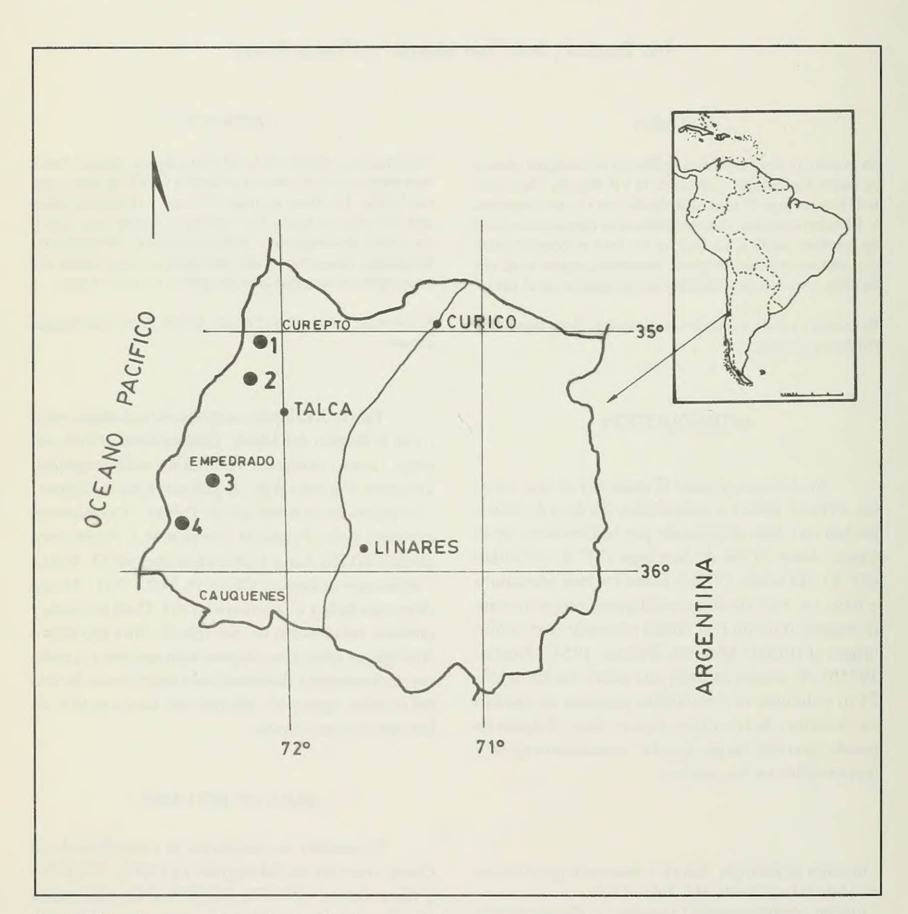


Fig. 1: Ubicación geográfica de las localidades estudiadas.

Fig. 1: Geographical position of the studied locality.

En cada localidad se muestrearon dos juveniles y cuatro adultos de *N. glauca* a tres alturas diferentes 0, 1,5 y 2,5 m. Para cada nivel y en exposiciones con mayor presencia y en una superficie de 625 cm^2 se colectaron las especies liquénicas. El material se determinó según Clauzade et Roux (1985), siguiendo las técnicas clásicas de análisis con lupa binocular de los caracteres vegetativos del talo, observación microscópica de estructuras internas y sistemas reproductores, reacciones químicas tanto del talo como de estructuras reproductores. La nomenclatura sigue a Esslinger & Egan (1995). El material se depositó en el Herbario Abate Juan Ignacio Molina de la Universidad de Talca, Chile. Se define como forófito juvenil a individuos con ausencia de cúpulas y diámetro (a 1,5 m) inferior a 11 cm y adulto con presencia de ellas y DAP superior. La distribución geográfica se basa en la bibliografía (Bouly de Lesdain, 1934; Bustamante *et al.*, 1989; Follmann, 1962; Redón, 1972a, 1972b, 1974; Redón y Walkowiak, 1978; Rundel, 1980 y Zahlbruckner, 1933). La frecuencia se expresó con aplicación de la siguiente escala:

PRESENCIA	RANGO DE FRECUENCIA
Muy escasa	: 1-4
Escasa	: 5-10
Moderadamente frecuente	: 11-24
Abundante	: 25 o más

RESULTADOS

En 72 censos vegetacionales realizados principalmente en exposición SO se encontraron 21 taxa en 8 forófitos juveniles y 16 adultos de *Nothofagus glauca*. Las especies se distribuyen en 11 microlíquenes crustáceos y 10 macrolíquenes de tipos foliosos y fruticulosos (Tabla I).

Los microlíquenes se incluyen en 7 géneros y 6 familias (Candelariaceae, Fuscideaceae, Lecanoraceae, Pertusariaceae, Physciaceae y Teloschistaceae) con distribución centrada, principalmente, en forófitos juveniles con corteza lisa. Su aspecto fisionómico blanco es apreciable a distancia durante el período invernal, debido a la dominancia de *Pertusaria velata* y *Lecanora pallida*. La mayor abundancia es favorecida tanto por la apertura del bosque como por una humedad ambiental local.

Los macrolíquenes comprenden 8 géneros y 3 familias (Parmeliaceae, Ramalinaceae y Usneaceae) y, al igual que los microlíquenes, se localizan, preferentemente, en forófitos juveniles. Su abundancia está condicionada a un ambiente más húmedo, pero con buena iluminación. Esta situación es clara cuando el grupo disminuye drásticamente bajo sombra y/o en quebradas muy húmedas. Tales condiciones, si bien son excluyentes para los macrolíquenes, favorecen a otros vegetales como los briófitos. Esta situación se comprobó en El Corte a baja altitud (150 m) (Fig. 1), donde los forófitos adultos no presentan macrolíquenes, pero sí abundancia de briófitos tanto en la base de los troncos como en las rocas metamórficas del piso del bosque.

Tabla I: Porcentajes de las formas de vida de líquenes en *Nothofagus glauca*.

Table I: Percentage of the life's form of the lichen on *Nothofagus glauca*.

FORMAS DE VIDAS		
Crustáceo n= 11	Folioso n= 6	Fruticuloso n= 4
52	29	19

De los 21 taxa de líquenes corticícolas de *Nothofagus glauca*, un 52 % corresponde a formas crustáceas, distribuidos tanto en forófitos juveniles como adultos. Como especies más frecuentes están *Pertusaria velata* y *Lecanora pallida*. Los líquenes foliosos alcanzan a un 29 % en forófitos adultos, en condiciones de sombra y humedad. En cambio, las formas fruticulosas, con similar representatividad en éstos, tienden a localizarse en las partes altas de los troncos y ramas nuevas superiores.

LISTA DE TAXA

Los taxa se ordenan alfabéticamente, indicándose su frecuencia, edad del forófito, exposición y distribución en Chile. Dado que la mayoría de los taxa que se incluyen en este trabajo fueron anteriormente descritos (Pereira y San Martín, 1998), aquí se entrega información morfológica sólo de aquellas especies no mencionadas anteriormente.

Buellia fuscula (Nyl.) Zahlbr.

- Escasa. Preferentemente en ejemplares adultos de *Nothofagus glauca* en Coipué (Fig. 1), en exposiciones SE y NO. También se ha encontrado en *N. alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998).

Buellia griseovirens (Turn. et Borr. ex Sm.) Almb.

Syn: *B. betulina* (Hepp) Th. Fr.

- Muy escasa. Sólo en adultos en Coipué (Fig. 1), en exposición SO. También encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998).

Caloplaca citrina (Hoffm.) Th. Fr.

Talo crustáceo, continuo, levemente granuloso, verdoso. Apotecios lecanorinos, anaranjado, 0,2-0,4 mm de diámetro. Tecio incoloro, de 55-60 µm de altura. Epitecio amarillento. Hipotecio incoloro. Paráfisis ramificadas apicalmente. Esporas polariloculares, ensanchadas ecuatorialmente, hialinas, de 12-14 x 6-8,5 µm. Ancho del septo ocupando 2/3 parte del largo de la espora (7-8,5 µm).

Reacciones químicas: Talo K+ púrpura, C-, Epitecio K+ púrpura.
- Muy escasa. Presente sólo en un ejemplar adulto en Coipué (Fig. 1), en exposición SO.

Candelariella vitellina (Hoffm.) Müll. Arg.

Talo crustáceo, granuloso, verde-amarillento. Sin apotecios.

Reacciones químicas: Talo K-.
- Escasa. En forófitos juveniles y adultos sólo en El Fin (Fig. 1), en exposición SO, SE, O y S. La especie ha sido citada con anterioridad para el Parque Nacional "La Campana" en rocas y a 400 m, 450 y 1.050 m (Redón y Walkowiak, 1978). Suele ser frecuente en cortezas de árboles de ciudades con contaminación atmosférica.

Coelopogon epiphorellus (Nyl.) Brusse & Kärnefelt

Talo fruticuloso, con aspecto filamentoso, brillante, pardo verdoso, sorediado, sin pseudocifelas. Ramificaciones sin fibrillas. Soredios blancos, farinosos.

Reacciones químicas: Talo K-, C-, Cortex K+ levemente rojizo. Medula K-, C-, P-. Soredios K-.

- Muy escasa. Sólo aparece en un adulto en El Fin (Fig. 1), en exposición SO.

Flavoparmelia caperata (L.) Hale

Syn: *Parmelia caperata* (L.) Ach.

Talo folioso, lobulado, gris verdoso; no reverdece en contacto con el agua. Lóbulos anchos, algo irregulares sorediados en el margen. Con pseudocifelas en la cara superior. Cara inferior negra con rizines; hacia la periferia de los lóbulos de color pardo oscuro, casi sin rizines. Ficosimbionte: Clorófito: *Trebouxia*. Sin apotecios.

Reacciones químicas: Talo K+ amarillo, posteriormente rojo. Medula K+ amarillo, luego rojo, P+ anaranjado.

- Muy escasa en juveniles y adultos en El Fin (Fig. 1), en exposición SO, S y O. La especie ha sido señalada con anterioridad para Chile en Cachagua y Zapallar (Redón, 1972a) y sobre rocas en el Parque Nacional "La Campana" a 400 y 850 m (Redón y Walkowiak, 1978).

Hypogymnia subphysodes (Kremp.) Filson

Talo folioso, laciniado, sorediado, de color gris blanquecino. Cara superior con numerosos soredios superficiales y farinosos. Lacinias angostas y lobuladas, de 0,5-0,8 mm de ancho. Cara inferior negra, sin rizines. Ficosimbionte: Clorófito: *Trebouxia*. Apotecios lecanorinos, peltados, de 1,8-2,1 mm de diámetro. Borde talino del mismo color del talo, delgado, permanente; disco plano o cóncavo, pardo oscuro. Tecio incoloro, de 40-45 ?m de altura. Epitecio pardo claro. Hipotecio incoloro. Paráfisis simples. Ascos octosporados. Esporas simples, esféricas o subesféricas, hialinas, de 4 cm de diámetro.

Reacciones químicas: Talo K+ amarillo, posteriormente parduzco. Médula K-, C-, P-, Soredios P-. El material es muy similar a *Hypogymnia physodes*

(L.) Nyl., pero difiere de esta especie en la reacción de la médula. En vez de ser P+ rojo es P-. Otra diferencia la constituye la posición de los soredios en el talo. En *H. subphysodes* los soredios son numerosos y superficiales mientras que en *H. physodes* son más bien marginales.

- Moderadamente frecuente en juveniles y adultos en El Fin (Fig. 1). Preferentemente en exposición SO, más raramente SE y S. *Hypogymnia subphysodes* ha sido citada con anterioridad en el Volcán Villarrica en cortezas de *Nothofagus dombeyi* (Rundel, 1980).

Hypotrachyna sinuosa (Sm.) Hale

Syn: *Parmelia sinuosa* (Sm.) Ach.

- Escasa, sólo en adultos de la localidad en Macal (Fig. 1), en exposición SO y SE. También se ha señalado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998) y citado con anterioridad para el país en el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (Redón, 1972b; Redón, 1974).

Lecanora chlarotera Nyl.

Syn: *L. chlarona* (Ach.) Nyl. non auct.

- Escasa en juveniles y adultos de Coipué y El Corte y en sólo adultos en Macal (Fig. 1). Preferentemente en exposición SO, más raro SE y E. La especie se ha encontrado también en juveniles y adultos de *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). Citada con anterioridad en el país (Zahlbruckner, 1933).

Lecanora pallida (Schreber) Rabensh.

- Escasa. Presente en juveniles y adultos en Coipué y El Corte y sólo en adultos en Macal (Fig. 1). Preferentemente en exposición SO, más raro SE y E. La especie también se ha encontrado en juveniles y adultos de *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). En terreno se confunde fácilmente con *Pertusaria velata*, en cuanto a caracteres del color del talo, aspecto de apotecios y su ecología. En Europa es frecuente en cortezas de ejemplares de *Fagus*. Esta especie se ha señalado con anterioridad en Chile y para el mismo forófito (Zahlbruckner, 1933).

Lecanora strobilina (Sprengel) Kieffer

- Abundante en juveniles y adultos en Macal y Coipué (Fig. 1). En El Fin sólo se localiza en adultos. Preferentemente en exposición SO. También se ha encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998).

Lecidella elaeochroma (Ach.) Choisy

Syn: *Lecidea olivacea* (Hoffm.) Massal; Syn: *L. parasema* (Ach.) Ach.; Syn: *L. dolosa* (Nyl.) Vain.

- Escasa en forófitos adultos en El Fin (Fig. 1), en exposición SO. Esta especie también se ha encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998).

Maronea chilensis B. de Lesd.

- Moderadamente frecuente, en juveniles y adultos en Macal, Coipué y El Corte (Fig. 1), en exposición SO. También se ha encontrado en otras especie de Fagáceas caducifolias nativas como *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998)) y en *Drymis winteri,* Winteraceae (Bouly de Lesdain, 1934).

Parmotrema crinitum (Ach) M. Choisy

Syn: *Parmotrema perlata* (Hue) Choisy

- Abundante en juveniles y adultos en Macal, Coipué y El Fin (Fig. 1), y preferentemente, en exposición SO, más raramente SE y O. También se ha encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). En Chile presenta una amplia distribución (32° a 55°10'S) tanto en forófitos nativos caducifolios como siempreverdes (Follmann, 1962; Redón 1972a, 1972b, 1974; Redón y Walkowiak, 1978; Bustamante *et al.*, 1989).

Pertusaria leioplaca DC.

Talo crustáceo, blanquecino a grisverdoso, muy desarrollado. Ficosimbionte: Clorófito: *Trebouxia*. Apotecios en verrugas, por lo general más de uno por verruga. Tecio incoloro, de 200 mm de altura. Epitecio pardo claro. Hipotecio amarillento. Paráfisis ramificadas, anastomosadas y delgadas. Ascos con 4 esporas, más raro 3 ó 2. Esporas elipsoidales, simples, hialinas, de 64-125 x 26-42 mm, halo de 3-3,5 mm de grosor.

Reacciones químicas: Talo K+, C+ amarillo, KC anaranjado. Medula K+ levemente amarillo, C-, KC+ amarillo, P-.

- Muy escasa en juveniles en El Corte (Fig. 1), en exposición SO.

Pertusaria velata (Turner) Nyl.

- Abundante en juveniles y adultos en Macal, Coipué y El Corte, en El Fin está restringida sólo en juveniles (Fig. 1) y preferentemente en exposición SO, a veces SE y O. La especie se ha encontrado también en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998).

Ramalina farinacea (L.) Ach.

- Muy escasa, en juveniles y adultos en Coipué (Fig. 1), en exposición SO. Este taxon también se ha encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). La especie se ha señalado con anterioridad para el país en las provincias de Bío Bío a 50 m y Malleco en cortezas de *N. dombeyi* entre 1.250 y 1.350 m (Kashiwadani, 1990).

Usnea aureola Motyka

Talo fruticuloso, péndulo, verde blanquecino, poco ramificado, con fibrillas, pero sin soredios. Apotecios terminales, con fibrillas en el borde del apotecio, del mismo color del talo.

- Muy escasa en juveniles en Macal (Fig. 1), en exposición SO. La especie se ha registrado para Chile con anterioridad en el Parque Nacional de Nahuelbuta (Redón, 1974) según material de herbario.

Usnea sp.

Talo fruticuloso, verde claro y generalmente estéril, sorediado, y su tamaño no alcanza más allá de 15 cm de longitud.

- Moderadamente frecuente en juveniles y adultos en Macal. En Coipué sólo en adultos y en El Fin sólo en juveniles (Fig. 1), de preferencia en exposición SO, a veces SE, E y O.

Xanthoparmelia conspersa (Ach.) Hale

Syn: *Parmelia conspersa* (Ach.) Ach.

Talo folioso, lobulado, en forma de roseta, muy adherido al sustrato, amarillento verdoso, sin isidios ni soredios. Cara inferior negra, con rizines negros; cerca de la periferia de los lóbulos, pardo claro. Ficosimbionte: Clorófito: *Trebouxia*. No se observan ni soredios ni isidios.

Reacciones químicas: Talo K+ amarillo, C-, médula K-, KC-, C-, P+ rojo.
- Muy escasa en juveniles y adultos en El Fin (Fig. 1), en exposiciones SO, S y O. La especie ha sido señalada con anterioridad en Chile (Redón, 1972a) y en el Parque Nacional "La Campana" sobre rocas a 400 y 850 m (Redón y Walkowiak, 1978).

Xanthoparmelia farinosa (Vain.) Nash, Elix & J. Johns.

Syn: *Parmelia farinacea* Bitt.

- Moderadamente frecuente. Presente en juveniles y adultos en Macal y Coipué (Fig. 1). Preferentemente en exposición SO, más rara SE. También se ha encontrado en *Nothofagus alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). Esta especie se ha citado también para el Parque Nacional Vicente Pérez Rosales (Redón, 1972b, 1974).

DISCUSION

La diversidad de líquenes epífitos en *Nothofagus glauca* es menor en un 40 % respecto a la observada para otros forófitos nativos siempreverdes de la Zona Central como en *Peumus boldus*, *Cryptocarya alba* y *Lithrea caustica* (Follmann, 1962). Además este autor cita macrolíquenes que no se encuentran presentes en *Nothofagus glauca* como son: *Anaptychia leucomelaena* (L.) Vain., *Alectoria crinalis* Ach., *Parmelia looseri* Raes, *Parmelia sulcata* Tayl. f. *aberrans* Zahlbr. Sin embargo, entre los microlíquenes menciona sólo a *Caloplaca haematites* (Chaub.) Zwackh. y *Haematomma puniceum* (Ach.) Vain. var. *breviculum* Zahlbr., ello se explicaría por la magnitud del muestreo y la dificultad del tratamiento taxonómico de este grupo de líquenes. La diversidad de líquenes epífitos de *Nothofagus glauca* es similar a la observada en *N.*

alessandrii (Pereira y San Martín, 1998). En estas dos especies arbóreas, la diversidad está principalmente representada por microlíquenes por sobre los macrolíquenes. En cambio, en los forófitos siempreverdes de las localidades estudiadas, la dominancia de estos grupos es opuesta. La condición siempreverde del forófito y la textura de la corteza favorecen la retención de humedad, lo que ayuda al desarrollo de los macrolíquenes por sobre los microlíquenes. En este último grupo se observa una mayor heliofilia y preferencia por sustrato seco, condición que no se da en los forófitos siempreverdes a causa de la intercepción lumínica por el follaje.

Por otro lado, en ejemplares adultos de *Nothofagus glauca*, los macrolíquenes son menos abundantes que en los de *N. alessandrii* (Pereira y San Martín, 1998). Esta situación supuestamente está en relación con la textura y menor grado de retención de agua de la corteza de *N. glauca*, pues en ejemplares adultos ésta es caediza y se vuelve hidrófoba, lo cual no es un hábitat favorable, en general, para los micro y macrolíquenes.

Pertusaria velata es la única especie que cubre el área de distribución del forófito en las cuatro localidades estudiadas. *Lecanora* y *Xanthoparmelia* son los géneros con mayor representación en el área, *Lecanora* con 3 especies: *L.chlarotera*, *L. pallida*, *L. strobilina* y *Xanthoparmelia* con dos especies: *Xanthoparmelia conspersa* y *X. farinosa*.

Parmotrema crinitum e *Hypogymnia subphysodes* son los elementos florísticos liquénicos más importantes en forófitos adultos, en cuanto a abundancia y distribución. *Parmotrema crinitum* es también una especie muy común y abundante en forófitos siempreverdes y algo menos en caducifolias (Bustamante *et al.*, 1989). En Chile presenta una amplia distribución (32° a los 55°10'S) (Follmann, 1962; Redón, 1972a, 1972b, 1974; Redón y Walkowiak, 1978; Bustamante *et al.*, 1989). Por su parte, *Hypogymnia subphysodes* es una especie muy similar a *H. physodes*, pero difiere fundamentalmente en la reacción de la médula con P; siendo P+ amarillo o naranjo en *H. physodes* y negativa en *H. subphysodes*.

Para tres localidades, la diversidad liquénica

Tabla II: Diversidad liquénica en *Nothofagus glauca*. Cruz (+) indica presencia y el punto (.) ausencia.

Table II: Lichenic diversity on *Nothofagus glauca*. Cross (+) presence and point (.) ausence.

	Areas muestreadas			
Taxa	Macal	Coipué	El Fin	El Corte
1. *Buellia fuscula*	.	+	.	.
2. *Buellia griseovirens*	.	+	.	.
3. *Caloplaca citrina*	.	+	.	.
4. *Candelariella vitellina*	.	.	+	.
5. *Coelopogon epiphorellus*	.	.	+	.
6. *Flavoparmelia caperata*	.	.	+	.
7. *Hypogymnia subphysodes*	.	.	+	.
8. *Hypotrachyna sinuosa*	+	.	.	.
9. *Lecanora chlarotera*	+	+	.	+
10. *Lecanora pallida*	+	+	.	+
11. *Lecanora strobilina*	+	+	.	.
12. *Lecidella elaeochroma*	.	.	+	.
13. *Maronea chilensis*	+	+	.	+
14. *Parmotrema crinitum*	+	+	+	.
15. *Pertusaria leioplaca*	.	.	.	+
16. *Pertusaria velata*	+	+	.	+
17. *Ramalina farinacea*	.	+	.	.
18. *Usnea aureola*	+	.	.	.
19. *Usnea* sp.	+	+	+	.
20. *Xanthoparmelia conspersa*	.	.	+	.
21. *Xanthoparmelia farinosa*	+	+	.	.
Total	10	12	8	5

está representada mayoritariamente por microlíquenes tanto en forófitos juveniles como adultos. Una excepción se encuentra en adultos de El Fin, donde los macrolíquenes superan a los microlíquenes. En esta localidad la dominancia de macrolíquenes se debería a que las poblaciones de *Nothofagus glauca* se encuentran más bien en quebradas con influencia de neblinas, lo que ayuda a una mayor humedad ambiental con retención de agua en la corteza.

En Macal, la distribución vertical de las especies liquénicas es homogénea para las tres alturas fustales analizadas. En Coipué se encontró una situación similar. Sin embargo, tanto en juveniles como adultos a 0 m, la diversidad liquénica es menor y donde, además, los macrolíquenes están ausentes, pero no así en las alturas de 1,5 y 2,5 m.

En El Fin, la distribución de las especies se mantiene homogénea en las tres alturas y en ambos tipos de forófitos. Sin embargo, la diversidad en ellos cambia levemente a nivel de microlíquenes y macrolíquenes. En juveniles y adultos se encontró *Candelariella vitellina* e *Hypogymnia subphysodes* y, exclusiva en adultos, *Lecidella elaeochroma* y *Coelopogon epiphorellus*.

Las especies de macrolíquenes presentes en *Nothofagus glauca* difieren a la encontrada en *N. alessandrii* y entre ellos destacan especies como: *Hypogymnia subphysodes*, *Flavoparmelia caperata* y *Xanthoparmelia conspersa*.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Laboratorio de Marsella, Francia, por la revisión y confirmación de gran parte del material y al proyecto 310-87 de la Dirección de Investigación y Asistencia Técnica, Universidad de Talca, Chile.

BIBLIOGRAFIA

BOULY DE LESDAIN, M. 1934. Notes lichénologiques XXVII. Bull. Soc. Bot., France 81: 765-768.

BUSTAMANTE, R.; I. SEREY & G. GUZMÁN. 1989. Distribución y abundancia de epífitos en bosques de lenga (*Nothofagus pumilio*), Isla Navarino, Región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Série científica, Instituto Antarctico Chileno 39: 59-67.

CLAUZADE, G. & C. ROUX. 1985. Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro. Bull. Soc. Bot. du Centre-Ouuest. Nouv. Sér. num. spéc. 7: 1-893.

DI CASTRI, F. & E. HAJEK. 1976. Bioclimatología de Chile. Imprenta Universidad Católica de Chile. Santiago. 107 pp.

DONOSO, C. 1975a. Aspectos de la fenología y germinación de las especies de *Nothofagus* de la zona metamórfica. Boletín Técnico de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad de Chile 34: 5-32.

DONOSO, C. 1975b. Distribución ecológica de las especies de *Nothofagus* de la zona Mesomórfica. Bol. Téc. Nº 54. Fac. Ciencias Forestales U. de Chile, Santiago.

ESSLINGER, T.L. & R.S. EGAN. 1995. A Sixth Checklist of the Lichen-forming, Lichenicolous, and Allied Fungi of the Continental United States and Canada. The Bryologist 98(4): 467-549.

FOLLMANN, G. 1962. Eine borkenbewohnende Flechtengesellschaft der zentralchilenischen Dornstrauchformationen mit kennzeichnendem *Teloschistes chrysophthalmus* (L.) Fries. Nova Hedwigia 4: 109-124.

KASHIWADANI, H. 1990. Some chilean of the genus *Ramalina* Bull. Natl. Sci. Mus. Tokyo, ser. B, 16: 1-12.

PEREIRA, I. & J. SAN MARTÍN. 1998. Flora liquénica corticícola en un bosque caducifolio de *Nothofagus alessandrii* de Chile Central. Cryptogamie, Bryol. Lichénol. 19(1): 59-72.

PISANO, E. 1954. La vegetación de las distintas zonas geográficas chilenas. Revista Geogr. Chil. 11: 95-106.

REDON, J. 1972a. Líquenes de la región de Cachagua y Zapallar, provincia de Aconcagua, Chile. Anales Mus. Hist. Nat., Valparaíso. 5: 105-115.

REDON, J. 1972b. Líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales", provincia de Llanquihue, Chile. Anales Mus. Hist. Nat., Valparaíso 5: 117-126.

REDON, J. 1974. Observaciones sistemáticas y ecológicas en líquenes del Parque Nacional "Vicente Pérez Rosales". Anales Mus. Hist. Nat., Valparaíso 7: 169-223.

REDON, J. & B. WALKOWIAK. 1978. Estudio preliminar de la flora liquénica del Parque Nacional "La Campana", I: Resultados Sistemáticos, Anales Mus. Hist. Nat., Valparaíso. 11: 19-36.

ROBERTS, R. & C. DÍAZ. 1959-60. Los grandes grupos de suelos en Chile. Agricultura Técnica. Volumen XIX y XX: 60 pp.

RUNDEL, P.W. 1980. Corticolous lichens communities of *Nothofagus dombeyi* on volcan Villarrica in Southern Chile. The Bryologist 83: 82-83.

ZAHLBRUCKNER, A. 1933. Líquenes del Herbario del Museo Nacional de Santiago de Chile. Revista Chilena Hist. Nat., 37: 165-170.

Fecha de publicación: 30.12.1999

Gayana Bot. 56(2): 77-86 , 1999 ISSN 0016-5301

PHENOTYPIC PLASTICITY IN *SCENEDESMUS*: IMPLICATIONS FOR ALGAL TAXONOMY AND ECOLOGY

PLASTICIDAD FENOTIPICA EN SCENEDESMUS*: SUS IMPLICACIONES EN LA TAXONOMIA Y ECOLOGIA DE LAS ALGAS*

Eduardo A. Morales[*] and Francis R. Trainor[*]

ABSTRACT

Phenotypic plasticity, the ability of a genotype to produce morphological alternatives under differing environmental situations, has been repeatedly reported in the biological literature. However, the taxonomical, ecological, and evolutionary implications of plasticity have not been adequately recognized. Traditional classification schemes based almost entirely on morphological characters do not reflect natural relationships among organisms due to lack of considerations on plasticity, one of the most important qualities of life. Substantial data on the green algal genus *Scenedesmus* put in evidence the impact of plasticity on taxonomy at the varietal, specific, and generic levels, suggesting possible multidisciplinary alternatives for the construction of more natural classification schemes.

Keywords: Plasticity, *Scenedesmus*, ecology.

RESUMEN

La plasticidad fenotípica, definida como la capacidad de un genotipo para la producción de alternativas morfológicas en respuesta a variaciones medioambientales, ha sido reportada en varias ocasiones en la literatura biológica. A pesar de ello, sus implicaciones taxonómicas, ecológicas y evolucionarias no han sido reconocidas apropiadamente. Sistemas de clasificación basados principalmente en aspectos morfológicos no reflejan afinidades naturales entre los organismos al carecer de consideraciones sobre la plasticidad fenotípica, una de las cualidades más importantes de la vida. Datos substanciales colectados en el género de algas verdes *Scenedesmus* ponen en evidencia el impacto que la plasticidad fenotípica tiene sobre la taxonomía a nivel de variedades, especies y géneros, sugiriendo al mismo tiempo posibles alternativas multidisciplinarias para la construcción de esquemas clasificatorios más naturales.

Palabras claves: Plasticidad, *Scenedesmus*, ecología.

INTRODUCTION

Due to their polyphyletic origin, the algae are composed of a widely diverse array of organisms that differ extensively at both morphological and physiological levels. Such diversity led early phycologists to resolve organismal affinities based on practical techniques that allowed for the analysis of large numbers of specimens in short periods of time. With little recognition of improvements in either ecological approaches or in culture of organisms in the laboratory, algal taxonomy and systematics grew within an inflexible framework focused on "appearance", but lacking concepts of "function". The use of cultures allowed for detailed studies of life histories and the discovery of phenotypic plasticity, a rather frequent process that traditional field techniques had not been able to recognize. Yet, there appears to be a reluctance to expand species protologues and many new taxa are still being erected based on preserved (inert) material.

[*] Department of Ecology and Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, CT 06269-3043, USA

PHENOTYPIC PLASTICITY: CONCEPT AND MECHANISM

Phenotypic plasticity refers to the ability of a single genotype to produce several phenotypes under

fluctuating environmental conditions. This change in phenotype occurs on the same individual in organisms having indeterminate growth (the majority of plants), or in subsequent generations in organisms having determinate growth (the majority of animals and protistans). The plasticity would include not only the characters we presently take for granted, e.g., a size range for a taxon, or more than one mechanism for reproducing, but also remarkable alterations in either size or the ability to turn certain cytological features on or off (Schlitchting & Pigliucci, 1998; Trainor, 1998).

Although asexually reproducing organisms provide a better understanding of plasticity due to the genetically homogeneous background, sexually reproducing entities also exhibit plasticity. In fact, sexually reproducing populations tend to have a high degree of polymorphism (genetic diversity) due to recombination, providing genetic variability for plastic responses. The consideration of plasticity as a trait is not new to science (Schlichting, 1986; Via & Lande, 1985) and some recent research has focused on the study of "plasticity genes" (e.g., Ballarè *et al.*, 1990; Hubel & Schoffl, 1994) and patterns in their operation.

Recent genetic and molecular studies have yielded crucial information about the mechanism of plasticity at the gene level (e.g., Guttenbrunner *et al.*, 1994; Mazel & Marliere, 1989; Santoni *et al.*, 1994). These studies put forward the idea that genes can no longer be considered as "blueprints" of organisms, for there are multiple processes that may remodel characters before, during, and after transcription (Pigliucci, 1996). The discovery of homeobox genes, and the development of the concept of epigenesis, the molding of characters through gene interaction or non-genetic events such as hormone action and cell to cell communication (Waddington, 1975; Schlichting & Pigliucci, 1998), suggests that the rise of phenotypes is far more complicated than previously thought (Fig. 1). The origin of emergent properties as a result of gene interaction and the dependence of these properties on internal (within the cell) and external environments, enable organisms to respond with different phenotypic options to fluctuations in the environment. In the light of this evidence, the belief that species exhibit only limited variation around a typical morphology lacks support. Thus, the dogma "one morph, one taxon" ought not to continue to be used as the foundation of algal classification systems. Evidence shows that plasticity is not a feature of merely a few genotypes, a "peculiarity" of *Scenedesmus*, or an outcome of experimental error, but rather a widespread phenomenon. Plasticity is a universal quality of life (West-Eberhard, 1989) that should be incorporated into taxonomic considerations of living organisms.

In order to realize how a variant phenotype is produced we must first understand that not all the genetic information contained in an individual is used at one time (Oliver, 1996; Ridley, 1996; Smith *et al.*, 1996). This is, genes are turned on and off by the action of master switches (homeobox genes) following environmental shifts. Thus, the organism "uses" those regions in the DNA that provide the most appropriate characters under prevailing habitat conditions. If conditions change, some other regions are turned on producing a new physiological state frequently associated with a morphological change (Jacob & Monod, 1961; Meins & Binns, 1979; Santoni *et al.*, 1994).

Two types of genetic control of plasticity have been recognized (Schlichting & Pigliucci, 1993, 1995). First, allelic sensitivity is characterized by a gradual modification of gene action unchaining a progressive change in the phenotype of the individual. This kind of genetic response to environmental change is derived from the effect of factors such as temperature, pH, and alcohol concentration on the chemical activity of enzymes (see Schlichting & Pigliucci, 1998 for a review on the subject). Although this mechanism may not be readily distinguished from acclimation, we propose that during the latter there is a phenotypic change within the range of tolerance of the organisms to particular environmental conditions. When physiological limits imparted by operating genes are disrupted, the organism produces a new phenotype implemented with a novel range of tolerance.

The second form of genetic control of plastic responses is called gene regulation. During this process, there is a drastic change in the phenotype of the individual (polyphenism) produced by expression of environment-specific genes (Smith, 1990; Schlichting & Pigliucci, 1998). Although experimental evidence at the genetic level is not yet available, gene regulation might be the mechanism triggering the production of ecomorphs (environmentally induced phenotypes) in *Scenedesmus*, where each ecomorph is expressed under specific physical, chemical, and biological (presence of predators) conditions in the extracellular environment.

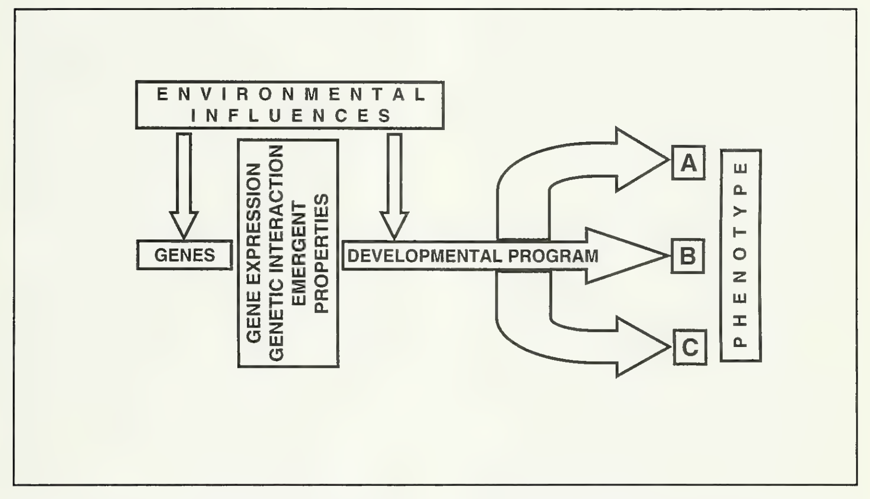


FIGURE 1. The complex mechanism by which a genotype produces a phenotype. Environmental influences at the genetic level change "normal" patterns of gene expression, the way genes interact, and the emergent properties that originate from such interactions. Changes in external and internal conditions at the time of development, are also likely to produce alterations in the final phenotypic outcome.

FIGURA 1. El complejo mecanismo mediante el cual un genotipo produce un fenotipo. Influencias ambientales en los cambios a nivel genético en los patrones "normales" de expresión genética, la forma en que los genes interactúan y las propiedades emergentes que originan tales interacciones. Los cambios en las condiciones externas e internas durante el período de desarrollo también podrían producir alteraciones en el fenotipo final.

ECOLOGICAL IMPLICATIONS OF PHENOTYPIC PLASTICITY

Organisms must be able to deal with spatial and temporal heterogeneity in their habitats. Such heterogeneity will determine the patterns of distribution of organisms and the type of strategy needed for survival. The spatial heterogeneity problem may bring about two different solutions. First, if a population is genetically variable (polymorphic), and if genotypes have a low degree of phenotypic plasticity, then ecotypes will arise by natural selection. These ecotypes are genetically distinct and locally adapted sectors of the population that grow better under a particular set of environmental parameters. Outside these local conditions, fitness of these ecotypes will be severely affected resulting in poor growth or increased mortality (Clausen *et al.*, 1947, 1948). Second, if the population is plastic, and whether or not this plasticity is enhanced by polymorphism (asexual vs. sexual populations), a generalist strategy will be adopted. Generalists will be able to colonize a wide range of habitats, responding to environmental changes by production of an adaptive ecomorph. This ecomorph is a phenotypically (not genetically) distinct individual, and once prevailing conditions are changed it will be able to produce a new ecomorph (Egan & Trainor, 1989).

To understand the process of adaptation to temporal variation, two aspects must be considered. First, single individuals may be exposed to environmental change at some point(s) in their lifetime (fine-grained variation). And second, environmental change may be produced at intervals greater than the life span of individuals (coarse-grained variation) (Levins, 1968; MacArthur & Levins, 1967). Adaptation to fine-grained variation may occur by acclimation or

plasticity controlled by either allelic sensitivity or gene regulation. Acclimation is defined here as a small adjustment in the phenotype triggered by environmental changes that do not transgress the range of tolerance to a particular condition. Since the phenotypic response is a result of a gene-environment interaction, acclimation may be considered as a type of plasticity. As stated previously during allelic sensitivity or gene regulatory processes, a phenotypic variant will be produced as soon as the range of tolerance is disrupted by the environmental change.

Coarse-grained variation in habitat conditions will trigger plastic responses from populations, where the phenotypic change will be evident in the following generation. Polymorphism may also be maintained in cases in which environmental change is produced in a cyclic fashion (Karlin & Levikson, 1974), producing a "succession" of genotypes over the period of ecological change. In summary, we can state that the interplay between polymorphism and plasticity adds to the capability that populations have to deal with environmental impositions.

PHENOTYPIC PLASTICITY IN *SCENEDESMUS*

When organisms within the green algal genus *Scenedesmus* are exposed to changes in culture conditions either in the laboratory or in the field, an ordered sequence of ecomorph production is manifested (Egan & Trainor, 1989; Trainor, 1965, 1976, 1979, 1995). It has been suggested recently that this sequence could have an adaptive advantage under grazing pressures (Lürling, 1999). Additionally, the adaptiveness of each of the ecomorphs becomes clear when situations of nutrient distribution, seasonality, and density-dependent phenomena are taken into consideration. We present a summary and implications of many years of research in the following pages.

· In temperate freshwater ecosystems, the production of unicellular morphs coincides with the beginning of the growing season (spring). At this time of the year, the water column contains high concentrations of nutrients and population density is small. Unicells allow the population to cover a wider area in the habitat, maximizing interspecific competition and reducing intraspecific competition considerably. Allometric relationships between surface area and volume of the cell allow unicellular morphs to capture more nutrients per unit time, maintaining individuals in the photic zone (Lürling, 1998). Grazing is not an important force acting on the algal population at this time of the year since zooplankter densities are low (Steinberg & Geller, 1994; Trainor & Egan, 1990).

· By the time the population approaches its carrying capacity, concentrations of nutrients, and temperatures in the water column have decreased considerably, and shorter days are characteristic (late summer or early fall). Densities of predator populations also increase, having a significant grazing impact on algal populations. In the absence of effective movement in *Scenedesmii* with respect to predators, natural selection has favored the development of a predator-avoidance mechanism that involves an augmentation of size through formation of four-celled or eight-celled colonies. These morphs often exceed the food size range required by predators (Hessen & Van Donk, 1993; Lürling & Van Donk, 1996).

There is recent evidence suggesting that colony formation is triggered by compounds released by the predators to the aquatic medium (Lürling, 1998, 1999). However, the possibility that such compounds might have their origin in other members of a population responding to predation is still open (Lürling, 1998; Lürling & Van Donk, 1997). Colonies formed under these circumstances are equipped with long spines and multiple bristles that also act as antipredator devices by increasing the surface area of individual colonies. Other less studied mechanisms of predator-avoidance are the aggregation of cells around mucous exudates and fecal pellets from the predator (Lürling & Van Donk, 1997).

Spines and bristles are also aids in flotation, increasing friction with water molecules. Additionally, it has been demonstrated that bristles confer on colonies a positive phototactic movement maintaining populations in the photic zone (Burg & Trainor,

1967; Conway & Trainor, 1972; Trainor, 1966; Trainor & Massalski, 1971). Buoyancy of colonies is also increased by a production of fatty acids within cells (Lürling *et al.*, 1997). Since population densities are high at this stage of development, intraspecific and interspecific competition are also very high. Under these conditions, spines and bristles could provide a means for increased nutrient absorption (Conway & Trainor, 1972); and at the same time, could act as "spacers" between adjacent colonies.

· By the end of fall, temperatures in the water have decreased even further, nutrients have been almost depleted, and photoperiod has changed considerably. Under these conditions, spineless (or short-spined) colonies heavily ornamented with ridges are produced. These colonies have a much higher tendency to sink, and thus constitute dormant stages that are stored at the bottom of lakes until better habitat conditions develop (Conway & Trainor, 1972; Egan & Trainor, 1989). Besides contributing to an increase in weight of the colony, ridges may serve in the aggregation of several colonies accelerating sinking rates (Massalski & Trainor, 1971).

· At the beginning of the next growing season, once nutrients are replenished and photoperiod and water temperatures are optimal for growth, bicellular and tetracellular coenobia are produced. Both of these morphs possess spines that are longer than the length of the cell. Tetracellular coenobia produced at this point (type I colonies) are different from tetracellular coenobia arising from unicells (type II colonies) (Egan & Trainor, 1989). The role of these two-celled and four-celled colonies is to migrate to the photic zone and produce unicells beginning the cycle once more (Egan & Trainor, 1989).

These succession of phenotypes is ordered in the sense that only type I colonies are able to produce unicells, only unicells are capable of producing type II colonies, and so on (Fig. 2). However, erratic environmental changes and microhabitat formation in ecosystems truncate the sequence at different points. Thus, while a portion of the population is in the unicellular stage, another portion could be in the form of spineless coenobia.

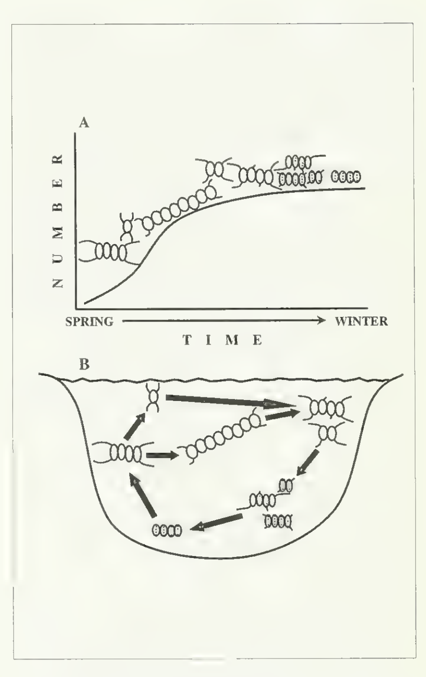


Figure 2. The ordered sequence of ecomorphs formation in a spiny *Scenedesmus* species. **A.** The production of the different ecomorphs is dependent on cell densities and habitat conditions during the year. **B.** Such morphs occupy specific sites in the aquatic ecosystem.

Figura 2. La secuencia ordenada de formación de ecomorfos en una especie espinosa de *Scenedesmus*. **A.** La producción de los distintos ecomorfos depende de las densidades de células y las condiciones ambientales durante el año. **B.** Dichos morfos ocupan hábitats específicos en el ecosistema acuático.

TO BE OR NOT TO BE...

Although there still is some resistance among researchers to incorporate the concept in current research, plasticity has been an implicit aspect of biological research for many years. Processes of alternation of generations, leaf dimorphism, cell differentiation, etc., imply changes in form in one way or another. Despite ploidy arguments against the

recognition of alternation of heteromorphic generations as an example of plasticity, there is no evidence showing that a mere change in the amount of genetic material would turn a gametophyte into a sporophyte (or vice versa). Rather, specific cDNAs (derived from mRNA) might be controlling changes in morphology in both stages (Liu *et al.*, 1994). This explanation fits into our previous explanation of the role of epigenetics in the formation of new phenotypes. As the number of genes available is either increased or decreased, substantial modifications in emergent properties will unchain equally profound phenotypic modifications. In fact, recent studies have shown the extreme importance of gene and chromosome duplication in evolutionary processes (see Schlichting & Pigluicci, 1998 for further discussion).

History has taught us the taxonomical implications of life histories involving alternation of heteromorphic generations. We now know for example, that the genera *Bangia* and *Conchocelis* are but different generations of the same species, and that the change from one to another is triggered by photoperiod (Conway & Cole, 1977; Dixon & Richardson, 1969; Drew, 1949). What is more, several other species within *Bangia*, and even within other genera such as *Porphyra*, include a *Conchocelis*-like phase as part of their life history (Fukuhara, 1968). This is reminiscent of the fact that several species of *Scenedesmus* also share the quadricaudate stage (type II colonies) of the ordered sequence of ecomorph expression (see later) (Trainor, 1991, 1996).

Leaf dimorphism or heterophylly is also an example of phenotypic plasticity that has been immersed in biological literature for a long time (Arber, 1919). Aquatic plants such as *Rannunculus* spp. are able to produce significantly different submerged and aerial leaves, each one having anatomical adaptations to suit prevalent environmental conditions (Cook, 1968).

One of the most remarkable examples of plasticity is cell differentiation in eumetazoans and plant cells. The high degree of plasticity characterizing embryonic cells determines the formation of the multiple cell types present in tissues of adult organisms. Recent developments in biotechnology have demonstrated that a single meristematic cell is capable of producing a complete individual. Cases of animal phenotypic plasticity have been documented for gastropods (Bailey & Moore, 1986; Bosman & Hockey, 1988), insects (Baldwin & Dingle, 1986), fish (Stearns & Crandall, 1984), amphibians (Kaplan, 1987), reptiles (Ford & Seigel, 1989), etc., giving further evidence on the universality of plastic processes. On the other hand, studies on species in the genera *Phlox* and *Arabidopsis* are among the most prominent investigations of phenotypic plasticity in higher plants (Pigliucci *et al.*, 1995; Schlichting & Levin, 1984).

IMPROVING EXISTING CLASSIFICATION SYSTEMS

Taxonomical implications of plasticity are obvious. In the case of *Scenedesmus*, ecomorphs have received different varietal, specific, and even generic names. The term variety has been highly misused in scenedesmology and evidence concerning the genetic nature of such "varieties" has not been provided at the time of description. There has also been a tendency to assign varietal ranks to single strains assuming genetic variation, but supporting data based on careful experimentation in the laboratory is usually lacking. At the species level, different epithets have been assigned to ecomorphs that seem to be a common stage in the life history of several *Scenedesmus* species. In the concrete case of type II colonies (tetracellular coenobia with long spines), the name *S. quadricauda* has been indiscriminately applied (Fig. 3) (Trainor, 1991).

At the genus level the problem seems most acute. Unicellular ecomorphs have been placed in *Chodatella* or *Franceia*, and systems based on these erroneous taxonomic decisions are still being used to this date (see discussion in Trainor, 1998). Colonial morphs in which cells form chains by joining their apical ends have been ascribed to *Dactylococcus*, a genus that now needs major revisions in the light of *Scenedesmus* research (Chodat, 1926; Grunow, 1858; Trainor 1963).

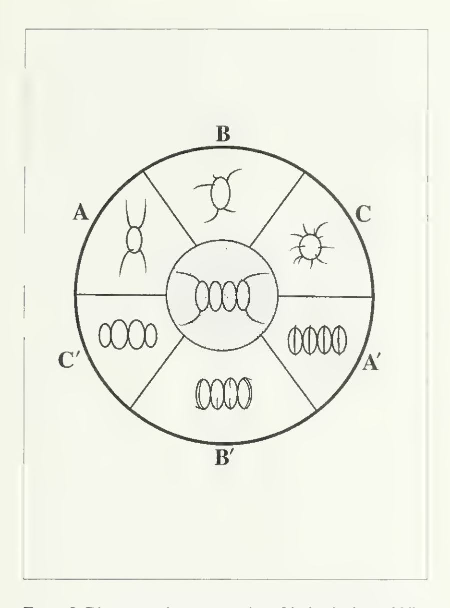


Figure 3. Diagrammatic representation of the beginning, middle, and end points in the ordered sequence of ecomorph production for three species of *Scenedesmus*. The sequence A-A' represents *S. armatus* (strain 2193) (Egan & Trainor, 1989); B-B' represents strain N 56 (Trainor & Roskosky, 1967); and C-C' represents *S. Kissii* (UTEX 831) (Trainor, 1995). The central circle indicates that there is a production of a quadricaudate morph that can not be assigned with certainty to any of the three species if found in isolation.

Figura 3. Representación diagramática de las etapas iniciales, intermedias y finales en la secuencia ordenada de ecomorfos para tres especies de *Scencdesmus*. La secuencia A-A' representa *S. armatus* (cepa 2193) (Egan & Trainor, 1989), B-B' representa la cepa N 56 (Trainor & Roskosky, 1967) y C-C' corresponde a *S. kissii* (UTEX 831) (Trainor, 1995). El círculo central indica la producción de un morfo cuadricaudato que no puede asignarse con certeza a cualquiera de las tres especies si se encuentra de forma aislada.

The most recent catalogue on the genus *Scenedesmus* (Hegewald & Silva, 1988) includes around 1300 taxa, but conservative estimations based on plasticity research point to the synonymy of at least 60% of these taxa (Trainor, 1998). Similar measures have already been taken in the case of cyanobacteria. Of the 2800 species of coccoid blue greens, Drouet & Daily (1956) only recognized 32 as true species. Although there is concern about the methodology utilized by these authors, subsequent research has demonstrated that cyanobacteria is indeed a very plastic group (Jeeji-Bai, 1977; Lazaroff & Vishniac, 1961; Robinson & Miller, 1970; Stein, 1963; etc.).

Plasticity has also been reported for diatoms (Lewin *et al.*, 1958; Schmid, 1979; Schultz, 1971; Stoermer, 1967; etc.), but the appreciation of implications at the taxonomical level is hindered by widespread use of acid-clean material in the description of taxa. The strong advocacy for the use of morphological features among diatomists has been strengthened by development of the scanning electron microscope (Round, 1996) and ecological methodologies making use of inert material (Battarbee, 1986). Taxonomical considerations in this group are presumably further complicated by morphological variations due to frustule size reduction and polymorphism (Cox, 1993). Varietal names have also been used extensively without fair assessment of the genetic nature of the morphological variability. Evidence is provided, for example, by the frequent finding of several varieties of fragilarioid or eunotioid taxa in single samples. At the species level, the work of Stoermer (1967) in *Mastogloia* has demonstrated that what had been considered distinct populations, were in fact morphological expressions of single genotypes.

It is evident that much more research focused on the biology of species will provide better grounds for classification systems. This type of approach has been successfully applied in the case of bacteria, in which biochemical and physiological characters became crucial in classification and identification procedures. The use of the electron microscope may also lead to characterization of more reliable features for species delimitation (Bisalputra & Weier, 1963; Komárek & Ludvik, 1971; Pickett-Heaps, 1975). However, the use of this kind of information in scenedesmology -and in other algal groups- is only beginning to be understood (Trainor, 1996). Additionally, although the value of molecular studies has been recognized (Kessler *et al.*, 1997), these data are still quite limited, as attention has been diverted elsewhere.

Traditional morphologically based classification systems have demonstrated to be very useful and practical. However, they include a strong anthropomorphic bias and do not reflect real biological, ecological, and evolutionary aspects of organisms. Morphology is simply an outcome of gene expression; thus, attention should concentrate on

the mechanisms of such gene expression and how individual genes are affected by internal and external environmental influences. More natural and reliable classification systems can be constructed only by the integration of multidisciplinary research.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank an anonymous reviewer for his open-mindedness and his care for the advancement of science. E. Morales thanks V. C. G. Encinas for her support and revision of the text in Spanish.

REFERENCES

ARBER, A. 1919. On heterophylly in water plants. Am. Nat. 53: 272-278.

BAILEY, R. C. & G. L. MOORE. 1986. Reproduction in a fingernail clam in contrasting habitats: life-history tactics? Can. J. Zool. 64: 1701-1704.

BALDWIN, J. D. & H. DINGLE. 1986. Geographic variation in the effects of temperature on life-history traits in the large milkweed bug *Oncopeltus fasciatus*. Oecologia (Berlin) 69: 64-71.

BALLARE, C. L.; A. L. SCOPEL & R.A. SANCHEZ. 1990. Far-red radiation reflected from adjacent leaves: an early signal of competition in plant canopies. Science 247: 329-332.

BATTARBEE, R. W. 1986. Diatom analysis. *In*: Berglund, B. E. (Ed.). Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology. pp. 527-570. John Wiley & Sons, New York, USA.

BISALPUTRA, T. & T. WEIER. 1963. The cell wall of *Scenedesmus quadricauda*. Am. J. Bot. 50: 1011-1019.

BOSMAN, A. L. & P. A. R. HOCKEY. 1988. Life-history patterns of populations of the limpet *Patella granularis*: the dominant roles of food supply and mortality rate. Oecologia (Berlin) 75: 412-419.

BURG, C. A. & F. R. TRAINOR. 1967. *Scenedesmus* wall ornamentation. II. Insertion of bristles. J. Phycol. 3: 53-54.

CHODAT, R. 1926. *Scenedesmus*. Étude de génétique, de systématique expérimentale et d'hydrobiologie. Rev. d'Hydrobiol. 3: 71-258.

CLAUSEN, J.; D. KECK & W. M. HIESEY. 1947. Heredity of geographically and ecologically isolated races. Am. Nat. 81: 114-123.

CLAUSEN, J.; D. KECK & W. M. HIESEY. 1948. Experimental Studies on the Nature of Plant Species. III. Environmental Responses of Climatic Races of *Achillea*. Carnegie Institution of Washington, Publication 581. Washington, DC., USA.

CONWAY, E. & K. COLE. 1977. Studies in the Bangiaceae: structure and reproduction of the *Conchocelis* of *Porphyra* and *Bangia* in culture (Bangiales, Rhodophyta). Phycologia 16:205-216.

CONWAY, K.; F. R. TRAINOR. 1972. *Scenedesmus* morphology and flotation. J. Phycol. 8: 138-143.

COOK, C. D. K. 1968. Phenotypic plasticity with particular reference to three amphibious plant species. *In*: Heywood, V. (Ed.). Modern Methods in Plant Taxonomy. pp. 97-111. Academic Press, London, England.

COX, E. J. 1993. Diatom systematics - a review of past and present practice and a personal view for future development. Nova Hedwigia, Beih. 106: 1-20.

DIXON, P. S. & W. N. RICHARDSON. 1969. The life histories of *Bangia* and *Porphyra* and the photoperiodic control of spore production. Proc. Intl. Seaweed Symp. 6: 133-139.

DREW, K. 1949. *Conchocelis*-phase In the life history of *Porphyra umbilicalis* (L.)Kutz. Nature 164: 748.

DROUET, F. & W. A. DAILY. 1956. Revision of coccoid Myxophyceae. Butler Univ. Bot. Stud. 12: 1-218.

EGAN, P. F. & F. R. TRAINOR. 1989. The role of unicells in the polymorphic *Scenedesmus armatus* (Chlorophyceae). J. Phycol. 25: 65-70.

FORD, N. B. & R. A. SEIGEL. 1989. Phenotypic plasticity in reproductive traits: evidence from a viviparous snake. Ecology 70: 1768-1774.

FUKUHARA, E. 1968. Studies on the taxonomy and ecology of *Porphyra* from Hokkaido, and its adjacent waters. Bull. Hokkaido Fish. Res. Lab. 34: 40-99.

GRUNOW, A. 1858. Die Desmidiaceen und Pediastreen einiger österreichischen Moore, nebst einigen Bemerkungen über beide Familien im Allgemeinen. Verh. d. k. k. zool.-bot. Gess. in Wein 8: 489-502.

Gutenbrunner, S. A.; J. Thalhamer & A. M. Schmid. 1994. Proteinaceous and immunochemical distinctions between the *oval* and *fusiform* morphotypes *of Phaeodactylum tricornutum* (Bacillariophyceae). J. Phycol. 30: 129-136.

HEGEWALD, E. & P. SILVA. 1988. An annotated catalogue of *Scenedesmus* and nomenclaturally related genera including original descriptions and figures. Bibl. Phycol. 80: 1-587.

HESSEN, D. O. & E. VAN DONK. 1993. Morphological changes in *Scenedesmus* induced by substances released from *Daphnia*. Arch. Hydrobiol. 127: 129-140.

HUBER, A. & F. SCHOFFL. 1994. *Arabidopsis* heat shock factor: isolation and characterization of the gene and the recombinant protein. Plant Mol. Biol. 26: 353-362.

JACOB, F. & J. MONOD. 1961. On the regulation of gene activity. Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol. 26: 193-210.

JEEJI-BAI, N. 1977. Morphological variation of some species of *Calothrix* and *Fortiea*. Arch. Protistenk. 119: 367-387.

KAPLAN, R. H. 1987. Developmental plasticity and maternal effects of reproductive characteristics in the frog *Bombina orientalis*. Oecologia (Berlin) 71: 273-279.

Karlin, S. & B. Levikson. 1974. Temporal fluctuations in selection intensities: case of small population size. Theor. Popul. Biol. 6: 383-412.

Kessler, E.; M. Schäefer, C. Hümmer, A. Kloboucek & A. Huss. 1997. Physiological, biochemical, and molecular characters for the taxonomy of three subgenera of *Scenedesmus* (Chlorococcales, Chlorophyta). Botanica Acta 110: 244-250.

Komárek, J. & J. Ludvík. 1971. Die Zellwandultrastruktur als taxonomisches Merkmal in der Gattung *Scenedesmus*. I. Die Ultrastrukturelemente. Arch. Hydrobiol. Suppl. Algol. Stud. 39: 301-333.

Lazaroff, N. & W. Vishniac. 1961. The effect of light on the developmental cycle of *Nostoc muscorum*, a filamentous blue-green alga. J. Gen. Microbiol. 25: 365-374.

Levins, R. 1968. Evolution in Changing Environments. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.

Lewin, J. C.; R.A. Lewin & D. E. Philpott. 1958. Observations on *Phaeodactylum tricornutum*. J. Gen. Microbiol. 18: 418-426.

Liu, Q.; J. van der Meer & M. Reith. 1994. Isolation and characterization of phase-specific complementary DNAs from sporophytes and gametophytes of *Porphyra purpurea* (Rhodophyta) using subtracted complementary DNA libraries. J. Phycol. 30: 513-520.

Lürling, M. 1998. Effect of grazing-associated infochemicals on growth and morphological development in *Scenedesmus acutus* (Chlorophyceae). J. Phycol. 34: 578-586.

Lürling, M. 1999. Grazer-induced coenobial formation in clonal cultures of *Scenedesmus obliquus* (Chlorococcales, Chlorophyceae). J. Phycol. 35: 19-23.

Lürling, M.; H. J. De lange & E. Van Donk. 1997. Changes in food quality of the green alga *Scenedesmus* induced by *Daphnia* infochemicals: biochemical composition and morphology. Freshwater Biol. 38: 619-628.

Lürling, M. & E. Van Donk. 1996. Zooplankton-induced unicell-colony transformation in *Scenedesmus acutus* and its effect on growth of herbivore *Daphnia*. Oecologia 108: 432-437

Lürling, M. & E. Van Donk. 1997. Morphological changes in *Scenedesmus* induced by infochemicals released in situ from zooplankton grazers. Limnol. Oceanogr. 42: 783-788.

Mazel, D. & P. Marliere. 1989. Adaptive eradication of methionine and cysteine from cyanobacterial light-harvesting proteins. Nature 341: 245-248.

MacArthur, R. & R. Levins. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. Am. Nat. 101: 377-387.

Massalski, A. & R. Trainor. 1971. Capitate appendages on *Scenedesmus* culture 16 walls. J. Phycol. 7: 210-212.

Meins, F. J. r. & A. N. Binns. 1979. Cell determination in plant development. Bioscience 29: 221-225.

Oliver, S. G. 1996. From DNA sequence to biological function. Nature 379: 597-600.

Pickett-Heaps, J. 1975. Green Algae: Structure, Reproduction and Evolution in Selected Genera. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. 606 p.

Pigliucci, M. 1996. How organisms respond to environmental changes: from phenotypes to molecules (and vice versa). Tree 11:168-173.

Pigliucci, M.; J. Whitton & C. D. Schlitchting. 1995. Reactions norms of *Arabidopsis*. I. Plasticity of characters and correlations across water, nutrient and light gradients. J. Evol. Biol. 8: 421-438.

Ridley, M. 1996. Evolution. Second edition. Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts USA. 719 p.

Robinson, B. L. & J. H. Miller. 1970. Photomorphogenesis in the blue-green alga *Nostoc commune* 584. Physiol. Plant. 23: 461-472.

Round, F. E. 1996. Fine detail of siliceous components of diatom cells. Nova Hedwigia, Beih. 112: 201-213.

Santoni, V.; C. Bellini & M. Caboche. 1994. Use of two-dimensional protein-pattern analysis for the characterization of *Arabidopsis thaliana* mutants. Planta 192: 557-566.

Schlitchting, C. D. 1986. The evolution of phenotypic plasticity in plants Ann. Rev. Ecol. Syst. 17:667-693.

Schlitchting, C. D. & D. A. Levin. 1984. Phenotypic plasticity of annual Phlox: Tests of some hypotheses. Am. J. Bot. 71: 252-260.

Schlitchting, C. D. & M. Pigliucci. 1993. Control of phenotypic plasticity via regulatory genes. Am. Nat. 142: 366-370.

Schlitchting, C. D. & M. Pigliucci. 1995. Gene regulation, quantitative genetics and the evolution of reaction norms. Evol. Ecol. 9: 154-168.

Schlitchting, C. D. & M. Pigliucci. 1998. Phenotypic Evolution. A Reaction Norm Perspective. Sinauer, Sunderland, Massachusetts, USA. 387 p.

Schmid, A. M. 1979. Influence of environmental factors on the development of the valve in diatoms. Protoplasma 99: 99-115.

Schultz, M. E. 1971. Salinity-related polymorphism in the brackish-water diatom *Cyclotella cryptica*. Can. J. Bot. 49: 1285-1289.

Smith, H. 1990. Signal perception, differential expression within multigene families and the molecular basis of phenotypic plasticity. Plant Cell Envir. 13: 585-594.

Smith, V. K.; N. Chou, D. Lashkari, D. Bolstein & P. O. Brown. 1996. Functional analysis of the genes of yeast chromosome V by genetic footprinting. Science 274: 2069-2074.

Stearns, S. C. & R. E. Crandall. 1984. Plasticity of age and size at sexual maturity: a life-history response to unavoidable stress. *In:* Potts, G. W. & Wooten, R. J. (Eds.), Fish Reproduction: Strategies and Tactics. pp. 13-34. Academic Press, London, England.

Stein, J. R. 1963. Morphological variation in *Tolypothrix* in culture. Br. Phycol. Bull. 2: 206-210.

Steingberg, C. E. W. & W. Geller. 1994. Biodiversity and interactions within pelagic nutrient cycling and productivity. *In*: Schultze, E. D. & Mooney, H. A. (Eds.). Biodiversity and ecosystem function. pp. 43-64. Sprinter-Verlag, New York, USA.

STOERMER, E. F. 1967. Polymorphism in *Mastogloia*. J. Phycol. 3: 73-77.

TRAINOR, F. R. 1963. The occurrence of a *Dactylococcus*-like stage in an axenic culture of a *Scenedesmus*. Can. J. Bot. 41: 967-969.

TRAINOR, F. R. 1965. A study of unialgal cultures of *Scenedesmus* incubated in nature and in the laboratory. Can. J. Bot. 43: 701-6.

TRAINOR, F. R. 1966 Phototaxis in *Scenedesmus*. Can. J. Bot. 44: 1427-1429.

TRAINOR, F. R. 1976. Culturing algae in dilute media and natural waters. *In*: Parker, B. & Roane, M. (Eds.). The Distributional History of the Biota of the Southern Appalachians. Part IV. Algae and Fungi. pp. 63-70. The University of Virginia Press, Charlottesville, Virginia, USA.

TRAINOR, F. R. 1979. *Scenedesmus* AP1 (Chlorophyceae): Polymorphic in the laboratory but not in the field. Phycologia 18: 273-277.

TRAINOR, F. R. 1991. To which species of *Scenedesmus* should the name *S. quadricauda* apply? Quadricaudate ecomorphs of spiny species. Taxon 40: 453-457.

TRAINOR, F. R. 1995. The sequence of ecomorph formation in a phenotypically plastic, multispined *Scenedesmus* species (Chlorophyceae). Arch. Hydrobiol. 133: 161-171.

TRAINOR, F. R. 1996. Reproduction in *Scenedesmus*. Algae 11: 183-201.

TRAINOR, F. R. 1998. Biological aspects of *Scenedesmus* (Chlorophyceae)-phenotypic plasticity. Nova Hedwigia, Beih. 117: 1-367.

TRAINOR, F. R. & P. F. EGAN. 1990. Phenotypic plasticity in *Scenedesmus* (Chlorophyta) with special reference to *S. armatus* unicells. Phycologia 29: 461-469.

TRAINOR, F. R. & A. MASSALSKI. 1971. Ultrastructure of *Scenedesmus* strain 614 bristles. Can. J. Bot. 49: 1273-1276.

TRAINOR, F. R. & F. G. ROSKOSKY. 1967. Spine patterns in several clones of a *Scenedesmus*. Trans. Amer. Microsc. Soc. 86: 16-21.

VIA, S. & R. LANDE. 1985. Genotype-environment interaction and the evolution of phenotypic plasticity. Evolution 39: 505-522.

WADDINGTON, C. H. 1975. The Evolution of an Evolutionist. Cornell University Press, Ithaca, New York, USA.

WEST-EBERHARD, M. J. 1989. Phenotypic plasticity and the origins of diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 20: 249-278.

Fecha de publicación: 30.12.1999

Gayana Bot. 56(2): 87-91, 1999 ISSN 0016-5301

OBSERVATIONS ON *AZPEITIA NEOCRENULATA* (VANLANDINGHAM) FRYXELL & WATKINS (BACILLARIOPHYCEAE) FROM CHILEAN MARINE WATERS

OBSERVACIONES SOBRE AZPEITIA NEOCRENULATA *(VANLANDINGHAM) FRYXELL & WATKINS (BACILLARIOPHYCEAE) DE LAS AGUAS MARINAS CHILENAS*

Patricio Rivera[*] and Hugo Barrales

ABSTRACT

This paper reports the results of a study about the morphology of individuals belonging to the genus *Azpeitia* M. Peragallo collected in the South Eastern Pacific Ocean at 38°58'S-74°12'W. This material is more related to *Azpeitia neocrenulata* (VanLandingham) Fryxell & Watkins, a warm water species, than to the subantarctic species *A. tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims.

KEYWORDS: Bacillariophyceae, *Azpeitia*, Chile.

RESUMEN

En este trabajo se entrega los resultados de un estudio acerca de la morfología de representantes del género *Azpeitia* M. Peragallo, recolectados en el océano Pacífico suroriental (38°58'S-74°12'W). Este material es más cercano a *A. neocrenulata* (VanLandingham) Fryxell & Watkins, una especie de aguas cálidas, que a *A. tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims, taxon propio de las aguas subantárticas.

PALABRAS CLAVES: Bacillariophyceae, *Azpeitia*, Chile.

INTRODUCTION

The genus *Azpeitia* was established by M. Peragallo (in Tempere & Peragallo, 1912) from fossil material collected in Spain. Recent studies on this genus have relocated many species of *Coscinodiscus* to *Azpeitia* (Fryxell *et al.*, 1986; Sims *et al.*, 1989).

At present, *Azpeitia* is basically characterized by i) its strongly silicified frustules, ii) a conspicuous difference in the areola patterns on the valve face and the mantle, iii) a large, subcentral labiate process on each valve, positioned at the edge of an annulus or thickened ring that can include areolae, and iv) a ring of large labiate processes located between the valve face and the mantle. Although this genus presents some characters in common with the Coscinodiscaceae, Fryxell *et al.* (1986) and Sims *et al.* (1989) consider the Hemidiscaceae the best place for *Azpeitia* if it is to be treated as a separate family from the Coscinodiscaceae.

The genus is typically oceanic (Sims *et al.*, 1989), and includes fossil (about 19 taxa) and living planktonic species (5 taxa) found principally in tropical and subtropical marine waters. However, *A. tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims, one of the living species, is confined exclusively to subantarctic and antarctic waters.

During a routine analysis of phytoplankton samples, we found the Genus *Azpeitia* present in material recently collected from the South Pacific Ocean off the coast of Chile, at 38°58'6"S-74°12'4"W. In this paper, the morphology of this taxon is described using light and scanning electron microscopy. The findings reveal that this taxon is more closely related to that of a warm water species (*A. neocrenulata* (VanLandingham) Fryxell & Watkins) than to the typical subantarctic taxon *A. tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims.

[*]Department of Botany, University of Concepcion, P.O. Box 160-C, Concepcion Chile. Email: privera@udec.cl

MATERIALS AND METHODS

The net sample studied was collected in 1960 off the coast of Chile during the oceanographic expedition Mar Chile I (39°58'6"S-74°12'4"W, 15.03.1960, St. 97, near-surface horizontal net tow). This sample is deposited in the Diatom Collection, Department of Botany, University of Concepcion, Chile with the numbers DIAT-CONC M-838, and DIAT-CONC 2212. The sample was treated for the removal of organic matter according to the method described by Hasle and Fryxell (1970). The light microscope used was a Zeiss Photomicroscope III; the electron microscopy photographs were taken on an ETEC Autoscan U-1 at the Laboratory of Electron Microscopy, University of Concepcion. Terminology followed in the description corresponds to that suggested by Anonymous (1975) and Ross *et al.* (1979).

RESULTS

Only two valves of the genus under study were observed (one with light microscopy and the other with SEM, internal view). All efforts to recover more individuals from the same sample, or from other 25 samples from the region, failed.

Light microscopy

The valve has a diameter of 24.5 µm, the valve surface is flat and the valve margin has a crenulated appearance. The areolae on the valve (11-13 in 10 µm) tend to be fasciculated; at the center there is a cluster of 13 areolae surrounded by a narrow hyaline area. A second hyaline ring is located between the valve and the mantle. One subcentral labiate process and a marginal ring of labiate processes (5-6 µm distant) are very conspicuous on the valve. The areolae on the mantle are very small, about 19 in 10 µm.

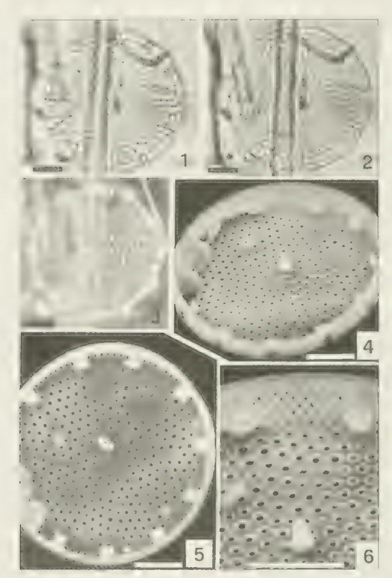


Fig. 1, LM, areolae tend to be in fascicles. Fig. 2, LM, valve margin with a crenulated appearance and very conspicuous labiate processes. Fig. 3, LM, a cluster of 13 areolae at the center of the valve, marginal hyaline ring between the valve face and the mantle. Fig. 4, SEM, large central and marginal labiate processes, note external depressions around each marginal labiate process. Fig. 5, SEM, areolae tend to be fasciculated, a cluster of 7 areolae at the center of the valve, narrow marginal hyaline ring between the valve face and the mantle. Fig. 6, SEM, mantle with 6 alternating rings of small, oval areolae. Scale= 5 µm.

Fig. 1, LM, aréolas con tendencia a formar fascículos. Fig. 2, LM, margen valvar ondulado, con procesos labiados muy notorios. Fig. 3, LM, centro de la valva con un grupo de 13 aréolas, anillo hialino marginal presente entre la cara valvar y el manto. Fig. 4, SEM, proceso labiado central y marginales de gran tamaño, note las depresiones externas alrededor de cada proceso labiado marginal. Fig. 5, SEM, aréolas con tendencia a formar fascículos, centro de la valva con un grupo de 7 aréolas, anillo hialino marginal angosto, ubicado entre la cara valvar y el manto. Fig. 6, SEM, manto con 6 anillos alternados de aréolas ovales, pequeñas. Escala= 5 µm.

SCANNING ELECTRON MICROSCOPY

The valve is circular, 22.6 µm in diameter, with a flat face and a broad vertical mantle. The areolae on the valve (10-11 in 10 µm) tend to be fasciculated, with shorter rows running parallel to the primary radial row; at the center of the valve there is a cluster of seven areolae surrounded by a narrow and not well defined hyaline area. The internal foramen of each areola is raised on the valve surface. Another narrow hyaline ring is somewhat apparent between the valve and the mantle areolae. There are marked differences between the areolae pattern on the face of the valve and on the mantle. The mantle presents six alternating rings of areolae, which are oval in outline and smaller in size that those on the valve face (20 in 10 µm). The valve exhibits a single subcentral labiate process located on the edge of the hyaline ring, and a marginal ring of labiate processes (5.6-6.6 µm distant) positioned on the inner ring of the mantle areolae. All labiate processes are large and projected internally by a broad and elongated neck, with a coarse rim surrounding the opening; externally there is a deep, ovoid depression around the circular opening of each marginal labiate process.

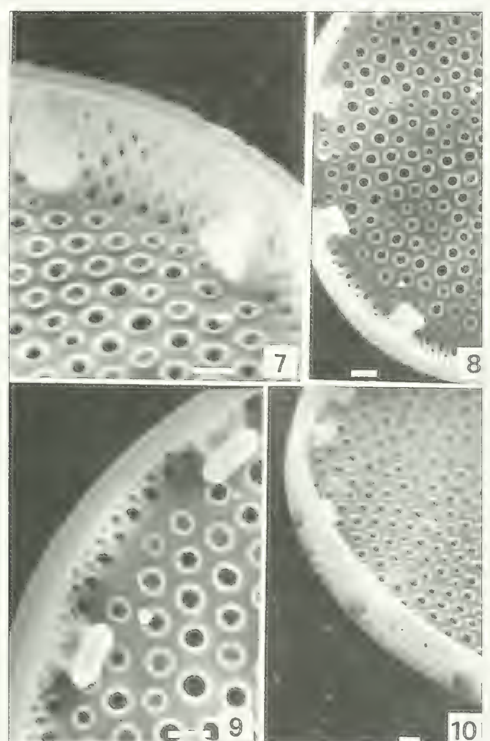


FIG. 7, SEM, the marginal labiate processes are positioned on the first row of mantle areolae. FIGS. 8-9, SEM, labiate processes projected internally by a broad and elongate neck. FIG. 10. SEM, ovoid external depressions of the mantle around the circular opening of each labiate process. Scale= 1 µm.

FIG. 7, SEM, procesos labiados marginales ubicados sobre la primera línea de aréolas del manto. FIGS. 8-9, SEM, procesos labiados levantados internamente por un ancho y largo cuello. FIG. 10, SEM, depresiones ovoides del manto rodean externamente la abertura circular de cada proceso labiado. Escala= 1 µm.

DISCUSSION

Considering the geographical position of the area where the sample studied was collected (Pacific Ocean at 39°58'S), it would be expected that the *Azpeitia*'species found therein, would have had the morphological features corresponding to *A. tabularis* (Grunow) Fryxell & Sims. This taxon is present in cold water masses from the southern Atlantic and southern Indian Oceans, and in the southern Pacific Ocean in the Antarctic Zone, being still more abundant in the Subantarctic Zone (Heiden & Kolbe, 1928; Hustedt, 1958; Manguin, 1960; Cassie, 1963; Hasle, 1969; Fenner *et al.*, 1976; Schrader, 1976; Fryxell *et al.*, 1986). On the other hand, and according to Fryxell *et al.* (1986), the remaining taxa of this genus exhibit a typical warm water distribution.

However, it seems to us that characteristics observed in our valves from the South Pacific Ocean cannot be so readily attributed to the afore mentioned species. According to Hustedt (1958) and Fryxell *et al.* (1986), *A. tabularis* has a diameter which varies from 16 to 70 µm, the areolae are arranged in radial rows (5-9 in 10 µm), the labiate processes lack or have a very little neck or internal tube, the distance between the marginal labiate processes fluctuates between 7 and 12 µm, and the processes present a very slightly subcircular depression on the external side. Hasle & Syvertsen (1996) stressed that *A. tabularis* can be readly recognized with light microscopy by a hyaline ring close to the margin of the valve.

Although in our material the observed process pattern and the hyaline marginal ring are very similar to those of *A. tabularis*, the areolae on the valve are more dense (10-13 in 10 µm) and their distribution pattern tend to be fasciculated. Marked differences related to the labiate processes are also recognized. Internally, they show a broad and well developed neck, and externally, a deep oval depression on the mantle. The distance between the marginal processes is also smaller, about 5-6.6 µm. Also, the hyaline ring between the valve face and the mantle is very narrow (about 0.3-0.7 µm wide). From the SEM photographs of *A. tabularis* published by Fryxell *et al.*, 1986 (Pl. XIV, Figs. 1C, 2, 3B; Pl. XV, Figs. 2, 4A), we recognize that in this case, the hyaline ring is noteworthy wider, about 1.5-2 µm.

The morphological characteristics of our individuals seem to be more closely related to those of *A. neocrenulata* (VanLandingham) Fryxell & Watkins. In effect, the distribution and number of areolae on the valve face and on the mantle (19-20 striae in 10 µm), the internal projection of the labiate processes as a well differentiated neck, and the external, deep oval depression of the mantle around the processes, giving a scalloped appearance as seen clearly in LM, are all morphological features which correspond to *A. neocrenulata*, and which are also observed in our material (Table I).

TABLE I. Comparison of the main morphological features of *A. tabularis* and *A. neocrenulata* with those present in our material collected in the SE Pacific Ocean waters.

TABLA I. Comparación de las principales características morfológicas de *A. tabularis* y *A. neocrenulata* con aquéllas presentes en nuestro material recolectado en aguas del océano Pacífico suroriental.

	A. tabularis	*A. neocrenulata*	present study
Diameter (µm)	16 - 70	13 - 48	22.6 - 24.5
Valve areolae in 10 µm	5 - 9	10 - 11	10 - 13
Valve areolae pattern	radial	tend to be in fascicles	tend to be in fascicles
Hyaline ring close margin	present	absent	present
Depressions on valve mantle	slight, circular	deep, ovoid	deep, ovoid
Mantle striae in 10 µm	18	20	19 - 20
Labiate processes	with little or no neck	with small neck	with well developed neck
Distance betw. marginal labiate processes (µm)	7 - 12	4 -7	5 - 6.6

A. neocrenulata is a recent warm water species found in plankton from the Gulf of Mexico, and Central Pacific and Indian Ocean. However, Fenner *et al.* (1976) have also reported this species as a very uncommon taxon from a sample collected in the South Pacific Ocean at 52°59'S-77°30'W (as *Coscinodiscus crenulatus* Grunow). Their description agrees very well with the features observed by us in the sample reported herein. Dr. G.A. Fryxell, on account of the fine structure of the valve and processes (specially by the marked neck of the labiate processes and the ovoid depressions on the external side of the mantle) has told us that these characteristics satisfy the criteria to define our material as *A. neocrenulata* (personal communication). She has also indicated that several specimens found in the southern Indian Ocean had her concerned about the distinctions between *A. neocrenulata* and *A. tabularis.*

The presence in our individuals of a narrow marginal hyaline ring close to the mantle (best observed in LM), indicates that this morphological feature should not be used as the only distinctive character for the identification of *A. tabularis.*

Other species identified in this sample, with very low density values, were the diatoms *Thalassiothrix antarctica* Shimper ex Karsten, *Roperia tesellata* (Roper) Grunow ex Pelletan, *Pseudo-nitzschia australis* Frenguelli, and the silicoflagellate *Dictyocha fibula* Ehrenberg. All these taxa have been previously reported as common in the plankton of southern Chile.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are much obliged to Prof. Dr. Greta a. Fryxell for her helpful comments and invaluable advice. We also acknowledge the assistance of the staff of the Electron Microscopy Laboratory, University of Concepcion. Research grant sponsored by Directorship of Research, University of Concepcion, N° 94-111.03-1.

LITERATURE CITED

Anonymous. 1975. Proposals for standardization of diatom terminology and Diagnosis. Nova Hedwigia 53: 323-354.

Cassie, V. 1963. Distribution of surface phytoplankton between New Zealand and Antarctic. December 1957. T.A.E. Scientific Reports 7: 1-9.

Fenner, J.; H.J. Schrader & H. Wienigk. 1976. III. Diatom phytoplankton studies in the southern Pacific Ocean, composition and correlation to the Antarctic Convergence and its paleoecological significance. *In*: Hollister C.D. *et al.*, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project 35: 757-813, Washington (U.S. Government Printing Office).

Fryxell, G.A.; P.A. Sims & T.P. Watkins. 1986. *Azpeitia* (Bacillariophyceae): Related Genera and Promorphology. Syst. Bot. Monogr. 13: 1-74.

Hasle, G.R. 1969. An analysis of the phytoplankton of the Pacific Southern Ocean: abundance, composition and distribution during the BRATEGG Expedition, 1947-1948. Hvalradets Skrifter 52: 1-168.

Hasle, G.R. & G.A. Fryxell. 1970. Diatoms: cleaning and mounting for light and electron microscopy. Trans. Amer. Microscop. Soc. 89: 469-474.

Hasle, G.R. & E.E. Syvertsen. 1996. Marine Diatoms. In Tomas C. (Ed.) Identifying Marine Diatoms and Dinoflagellates, pp. 5-385. Academic Press, Inc.

Heiden, H. & R.W. Kolbe. 1928. Die Marinen Diatomeen der Deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. Deutsche Südpolar Expedition 8: 450-714.

Hustedt, F. 1958. Diatomeen aus der Antarktis und dem Südatlantik. Deutsche Antarktische Expedition 1938/39, 2(3): 103-191.

Manguin, E. 1960. Les diatomees de la Terre Adelie. Annales des Sciences Naturelles, Botanique Serie 12, 1(2):223-363.

Ross, R.; E.J., Cox, N.I. Karayeva, D.G. Mann, T.B. Paddock, R. Simonsen & P.A. Sims. 1979. An ammended terminology for the silideous components of the diatom cell. Nova Hedwigia 64: 513-533.

Schrader, H.J. 1976. Cenozoic planktonic diatom biostratigraphy of the Southern Pacific Ocean. *In*: Hollister C.D. *et al.*, Initial reports of the Deep Sea Drilling Project 35:605-671, Washington (US Government Printing Office).

Sims, P.A.; G.A. Fryxell & J.G. Baldauf. 1989. Critical examination of the diatom genus *Azpeitia*: Species useful as stratigraphic markers for the Oligocene and Miocene Epochs. Micropaleontology, 35(4): 293-307.

Tempere, J. & H. Peragallo. 1912. Diatomées du Monde entier. Ed.2, Fasc. 21: 321-336. Andrée-Lucie á Arcachon (Gironde).

Fecha de publicación: 30.12.1999

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA DIVERSIDAD FITOPLANCTONICA DE CINCO LAGOS DE DIFERENTES NIVELES DE EUTROFICACION DEL AREA LITORAL DE LA REGION DEL BIO BIO (CHILE)

A COMPARATIVE STUDY OF PHYTOPLANKTONIC DIVERSITY IN FIVE COASTAL LAKES WITH DIFFERENT TROPHIC LEVELS IN THE BIO BIO REGION (CHILE)

Oscar Parra*, Silvia Basualto*, Roberto Urrutia* y Claudio Valdovinos*

RESUMEN

Se realizó un estudio anual, con frecuencia estacional de las comunidades fitoplanctónicas de 5 lagos (Chica de San Pedro, Grande de San Pedro, Quiñenco, Lanalhue y Lleu-Lleu) cuyas cuencas hidrográficas están localizadas cercanas a la zona costera de Chile Central. El estudio incluyó diversos parámetros biológicos de estas comunidades, *i.e.*, riqueza específica total, riqueza específica por grupo taxonómico, índice o cuociente fitoplanctónico acumulativo, especies más frecuentes, especies más abundantes y densidad celular. Mediante métodos numéricos de clasificación se agruparon los lagos en base a las características de sus comunidades fitoplanctónicas. Los resultados muestran importantes diferencias en las características del fitoplancton entre los cuerpos de agua, como consecuencia de los distintos niveles tróficos; éstos a su vez, reflejan los diversos niveles de intervención que han tenido, tanto a nivel del cuerpo de agua como de cuenca hidrográfica. Una comparación con estudios anteriores ha permitido constatar en tres de los cuerpos de aguas cambios en la composición y abundancia de especies.

PALABRAS CLAVES: Lagos, fitoplancton, composición específica, abundancia, trofia, eutroficación, Chile.

ABSTRACT

An annual study based on a seasonal frequency of phytoplanktonic communities from five lakes (Chica de San Pedro, Grande de San Pedro, Quiñenco, Lanalhue y Lleu-Lleu), which hydrographic basins are located near the coastal zone of central Chile, has been carried out. Biological parameters; *i.e.*, total specific richness, specific richness per taxonomic group, accumulative phytoplanktonic index (quotient), most frequent species, most abundant species and cellular density or abundance were studied. The characteristics of the phytoplanktonic community allowed the classification (differentiation among) of lake groups. The results show important differences of phytoplankton characteristics among the water bodies as a consequence of diverse throphic levels, reflecting different levels of intervention, not only on the water body but also on the hydrographic basin level. A comparison with previous studies confirms changes of the composition and the abundance of species in three water bodies.

KEYWORDS: Lakes, phytoplankton, specific composition, abundance, trophic levels, eutrophication, Chile.

INTRODUCCION

Los componentes bióticos de los ecosistemas son claros indicadores del estado ecológico de los mismos. El análisis de la composición, presencia de especies características, abundancia y biomasa, proporciona la información primaria necesaria para ello. La estrecha relación existente entre las actividades de la cuenca hidrográfica y la biota de los cuerpos de agua contenidos en ella, requieren un conocimiento exhaustivo de los últimos para tener una idea clara de cómo los acontecimientos o actividades en la cuenca están afectando (perturbando o favoreciendo) la comunidad biótica, hecho que en definitiva se traduce como alteraciones en la rela-

* Unidad de Sistemas Acuáticos, Centro de Ciencias Ambientales, EULA Chile, Universidad de Concepción. Casilla 160-C, Concepción, Chile.

ciones tróficas y de producción del sistema (Merilainen *et al.*, 1982).

Las clasificaciones de los cuerpos de agua en diferentes grados de trofias (oligotrofia, mesotrofia y eutrofia) siempre están acompañados de listados de los organismos más frecuentemente encontrados o adaptados a ellos. La clasificación taxonómica de estos organismos está relacionada en base a sus caracteres morfológicos y muchos autores coinciden en aceptar esta ordenación como práctica pero artificial *(e.g.* Margalef, 1983). No es frecuente encontrar que un sistema pueda ser considerado en tal o cual nivel de trofia estudiando su población zooplanctónica o aun ictícola. Sin embargo, sí podemos encontrar caracterizaciones de ambientes acuáticos exclusivamente en base a su composición fitoplanctónica (Hutchinson, 1957). En embalses españoles se ha constatado que algunas especies de cianofíceas están asociadas a diferentes niveles tróficos, *(e.g.*, *Microcystis aeruginosa* (Kuetz.) Lemm., *Gomphosphaeria lacustris* Chodat, *Anabaena flos-aquae* (Lyngbye) Bréb., son más abundantes en sistemas más eutróficos). Frecuentemente se asocian ciertas especies de este grupo con relaciones determinadas de N:P. Aquellas especies capaces de fijar N serán predominantes en ambientes de bajo N:P *(e.g.*, Nostocales) y las que no, predominan en ambientes de alto N:P *(e.g.*, Oscillatoriales) *(*Margalef, 1983). Si bien no está totalmente definido el mecanismo que estimula el desarrollo de cepas tóxicas de algunas cianofíceas, generalmente este fenómeno es más frecuente también en sistemas más eutrofizados (Reynolds, 1987; Parra *et al.*, 1986).

Este estudio es parte integrante de una investigación de carácter ambiental de cinco sistemas lacustres dulceacuícolas (lagunas Chica y Grande de San Pedro, Quiñenco y lagos Lanalhue y Lleu-Lleu) del área litoral de la Región del Bío Bío (Chile central), cuyo objetivo es lograr un diagnóstico del estado ambiental de cada uno de ellos y, sobre esta base, proponer acciones de manejo para su protección y conservación. La investigación ambiental indicada, de tipo multi- e interdisciplinario, comprendió estudios de carácter comparativo sobre la geomorfología, erosión y usos del suelo de las cuencas lacustres, la caracterización de la cubierta vegetal, la morfología y batimetría de los cuerpos de agua, la sedimentología (Cisternas *et al.*, 1997a; Cisternas *et al.*, 1997b), la calidad del agua, el bentos, caracterización ambiental, cuyos resultados serán publicados en el futuro. En este contexto, el objetivo del presente estudio es hacer un análisis individual y comparativo de la comunidad fitoplanctónica de los cinco sistemas lénticos, que permita caracterizar cada cuerpo de agua en base a sus respectivas comunidades fitoplanctónicas, teniendo presente las condiciones tróficas de cada uno. Sobre la base de lo anterior, identificar parámetros de referencia de esta comunidad, para establecer indicadores del estado de "salud ambiental" (grado de eutroficación) como también posibilitar la estructuración de un programa de monitoreo, considerando algunas especies del fitoplancton como indicadoras de trofia, que permita la protección y conservación de este importante sistema de lagos costeros, denominados "sistema de lagos Nahuelbutanos".

MATERIALES Y METODOS

Area de estudio

Los sistemas acuáticos estudiados (Figura 1) tienen la característica de ser cuerpos de agua cercanos a la zona litoral marina. Estos poseen similar base geológica, donde las diferencias radican fundamentalmente en los usos de suelo, la intensidad de la actividad forestal silvícola, las actividades turísticas y la ocupación urbana de sus respectivas cuencas hidrográficas (Tabla I).

Estudios previos sobre el fitoplancton de estos lagos corresponden a los de Parra *et al.*, (1976, 1978, 1980, 1981, 1982, 1983, 1986, 1989, 1990) y Dellarossa y Parra (1985). Estos estudios han permitido también comparar temporalmente las comunidades fitoplanctónicas para tres de los cinco lagos estudiados (Chica y Grande de San Pedro, Lanalhue). La Tabla I resume las principales características referidas a sus cuencas, morfología y usos del agua de estos lagos.

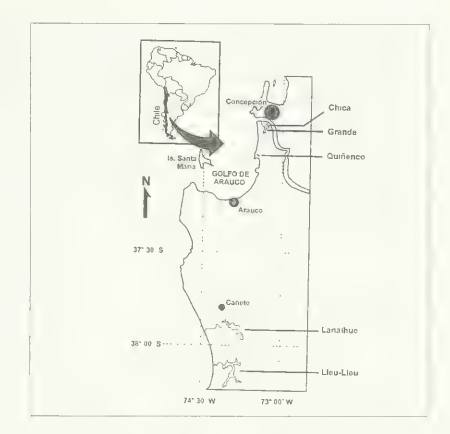


FIGURA 1. Localización de las lagunas Grande de San Pedro, Chica de San Pedro y Quiñenco, y de los lagos Lanalhue y Lleu-Lleu.

FIGURE 1. Location of lakes Grande of San Pedro, Chica of San Pedro, Quiñenco, Lanalhue and Lleu-Lleu.

TABLA I. Principales características morfométricas, usos de suelo y usos del recurso hídrico de las cuencas lacustres.

TABLE I. Major morphometric characteristics, land use and water resource uses of the lacustrine watersheds.

PARAMETRO	Chica de San Pedro	Grande de San Pedro	Quiñenco	Lanalhue	Lleu-Lleu
Area de la cuenca (km^2)	4,50	12,70	3,0	325,0	670,0
Area del lago (km^2)	0,82	1,55	0,29	31,90	39,80
Relación área cuenca/área lago	5,5	8,2	10,3	10,2	15,8
Longitud máxima (km)	1,9	2,7	1,1	9,6	13,2
Ancho máximo (km)	0,87	1,40	0,36	4,30	3,70
Profundidad media (m)	10,3	8,3	3,0	13,1	23,5
Profundidad máxima	18,0	13,5	6,1	26,0	46,5
Perímetro	5,7	9,4	2,94	58,6	93,0
Desarrollo línea de costa	1,8	2,1	1,5	2,9	4,2
Volumen (km^3)	8,64	12,902	-	-	-
Precipitaciones (mm/año)	1.800	1.800	1.800	2.300	2.300
Profundidad cripto-depresión	13,0	9,5	1,1	14,0	26,9
Altura (ms.n.m)	5,0	4,0	5,0	12,0	20,0
Tiempo teórico de renovación (meses)	-	24,0	-	12,5	2,2
Usos de la cuenca	Recreativo Turismo Residencial Forestal	Recreativo Turismo Residencial Forestal	Forestal	Recreativo Turismo Residencial Forestal Agrícola	Recreativo Turismo Forestal Agrícola Residencial
Usos del cuerpo de agua	Recreativo Turismo	Recreativo Turismo Cuerpo receptor	Aprovisionamiento agua potable	Recreativo Turismo Cuerpo receptor	Recreativo Turismo

Obtención de datos

En cada lago se establecieron dos o tres estaciones de muestreo, una en el sector de entrada del (o los) afluentes principales, otra en la zona de mayor profundidad y que generalmente correspondió al centro del lago y finalmente una tercera, en las proximidades del efluente principal del lago. En la estación de centro se muestreó tres niveles de profundidad (superficie, medio y fondo). En las estaciones restantes sólo se muestreó en los niveles de superficie y fondo. Estos se efectuaron en verano (enero 1997), otoño (mayo 1997), invierno (agosto 1997) y primavera (diciembre 1997).

La metodología empleada fue de carácter cualitativa y cuantitativa, por lo que se utilizaron en el muestreo una red de 55 μm de trama y la botella muestreadora Rüttner. De cada una de las profundidades se tomó una alícuota de 200 ml directamente de la botella Rüttner en un frasco de vidrio con tapa atornillada. A cada muestra se agregó suficiente volumen de solución de Lugol para fijar y conservar los microorganismos.

La determinación taxonómica se basó fundamentalmente en los trabajos de Parra *et al.*, 1982, 1983, Rivera *et al.*, 1983. Se trabajó con un microscopio invertido Karl Zeiss y para el recuento se utilizó el procedimiento descrito en Utermöhl (1957).

Análisis de datos

Los lagos fueron comparados entre sí empleando técnicas de clasificación jerárquica (Clifford & Stephenson, 1975). Para ello se construyó un dendrograma que agrupa los 5 lagos estudiados, tomando en cuenta datos de presencia-ausencia de las diferentes especies de microalgas seleccionadas considerando como criterio aquéllas con mayores frecuencias de ocurrencia y abundancias numéricas. Como medida de similitud se utilizó el índice de Jaccard. Para la construcción del dendrograma se utilizó como estrategia de ordenación jerárquica de la matriz de similitud el método de los grupos promedios (UPGMA).

El índice acumulativo fitoplanctónico o índice compuesto se calculó sobre la base del número total de especies de los diversos grupos de algas dividido por el número de especies de la familia Desmidiaceae. El valor que alcanza este índice es una medida del nivel o grado de trofia del lago, ya que se parte de la base que el grupo de las Desmidiaceae corresponde a una familia cuya riqueza específica indica aguas oligotróficas (Nygaard, 1949).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se entregan por separado para cada sistema acuático, indicando la composición específica (Tabla II), ordenada por grupo taxonómico y la estación en que fue determinada. En seguida se presenta un cuadro resumen, también por cada cuerpo acuático (Tablas III, IV, V, VI y VII), donde además de aquellos parámetros relacionados con la riqueza específica se ha agregado un índice o cuociente acumulativo fitoplanctónico. También se indican las especies más frecuentes (aquellas que se presentaron en 3 ó 4 estaciones del año), las especies más abundantes por estación del año y la densidad celular total.

Posteriormente, con el objeto de permitir una comparación de los parámetros asociados a las comunidades fitoplanctónicas, se presenta una síntesis general de los cinco sistemas estudiados, siguiendo el patrón descrito anteriormente (Tabla VIII). A continuación se describen y discuten las características más relevantes de las comunidades fitoplanctónicas de estos cinco sistemas lacustres.

Al respecto es importante destacar que todos los sistemas acuáticos estudiados corresponden a la categoría de lagos (Biró, 1974), pero se ha conservado el nombre vernacular de "laguna" para referirse a algunos de ellos (i.e., Laguna Grande de San Pedro).

TABLA II. Composición taxonómica del fitoplancton de los 5 lagos estudiados, durante los períodos de primavera (P), verano (V), otoño (O) e invierno (I).

TABLE II. Phytoplanktonic taxonomic composition of the 5 studied lakes, during Spring (P), Summer (V), Autumn (O) and Winter (I).

Taxa	Chica	Grande	Quiñenco	Lanalhue	Lleu-lleu
CYANOPHYCEAE					
Anabaena sp.	V		O I P		V
Anabaena spiroides Klebhan				V O I P	
M. aeruginosa (Kuetz.) Lemm.		V O I P			
Microcystis wesenbergii Komárek				V O I P	
Microcystis incerta Lemm.				O V	V P
Microcystis elachista (W. Et West) Starmach	V O I P	I V		V P	V
Chroococcus limneticus Lemm.					O V P
Gloeotece sp.	V				
Gomphosphaeria lacustris Chodat	V O I P	I P		V	V O I P
Dinobryon divergens Imhof	V		V P	P	V P
Mallomonas sp.		O I P	O I P	O I	
Stylococcus aureus Chodat				P	
DINOPHYCEAE					
Peridinium aff. cinctum (Muller) Ehr.					
Peridinium sp.	V P		V	O V	O V P
Protoperidinium pellucidum (Schutt) Balech				I	
Protoperidinium conicum (Gran) Balech				I	
Protoperidinium steinii (Jörgensen) Balech					O
CRYPTOPHYCEAE					
Rhodomonas lacustris (Pascher et Ruttner) Javorn.	I	O I		V O I P	O
Cryptomonas ovata Ehr.		O I			O V I
Cryptomonas erosa Ehr.	O I	O I	V	O I P	O I P
EUGLENOPHYCEAE					
Euglena spp.			V P		
Phacus spp.			I P		
BACILLARYOPHYCEAE					
Asterionella formosa Hassal		O I P			
Asteromphalus heptactis (Breb.) Ralfs					O
A. granulata (Ehr.) Simonsen		V O I P	O I P	V O I P	O V I P
Biddulpjia longicruris Ehr.				I	O
Cocconeis placentula Ehr.	I P				
Cyclotella meneghiniana Kuetzing	O I	I	I	I	
Cyclotella stelligera (Cleve & Grunow) V. Heurck		P			
Cyclotella sp.					P
Cylindrotheca closterium (Ehr.) Reimann et Lewin					I
Cymbella affinis Kuetzing			I P	P	I
Cymbella naviculiformis Auersw.				I	I
Cymbella tumida (Bréb.)V. Heurck				I P	
Cymbella sp.	V O I P	O P	O	O P	O
Diploneis subovalis Cleve	O I P			P	O
Epithemia adnata (Kuetz.) Breb.	O	I P	I	I P	O I
Gomphonema sp.		O	O I	O I	O I
Gyrosigma sp.		O			O V
Fragilaria sp.	O	O I P	P	V I P	I P
Hannaea arcus (Ehr.) Patrick		O			V I
Melosira distans (Ehr.) Simonsen		O I P		V O I P	
Melosira dikiei (Twaites) Kuetzing	P			P	P
Melosira varians Agardh		O		V	

Taxa	Chica	Grande	Quiñenco	Lanalhue	Lleu-lleu
Navicula cryptocephala Kutz.					P
Navicula viridula (Kutz.) Kutz.	P	O P		O P	O V I
Navicula sp.	O I P	P	I P	O I P	O I P
Nitzschia sigmoidea (Ehr.) Smith	P	O P			O
Nitzschia sp.	O	O			V O I P
Pinnularia major (Kuetzing) Rabenh.	P			V	
Pinnularia sp.					O I
Rhopalodia gibba (Ehr.) Muller	P				P
Surirella guatimalensis Ehr.	I P			Y P	O V
Surirella robusta Ehr. v. *splendida* (Ehr.) V. Heurck		O			
Surirella tenera Gregory	I P	O I P	V I P	O P	V P
Synedra ulna (Nitz.) Ehr.		P	V	O	
CHLOROPHYCEAE					
Ankistrodesmus falcatus (Corda) Ralfs		O			
Botryococcus braunii Kuetzing		V	V	V	V
Chlamidocapsa sp.					V
Coelastrum pseudomicroporum Kors.		I P		V I	
Closterium acutum Breb.	I	O I P	P	V O I P	
Closterium aciculare T. West					V
Closterium aff. delpontei (Klebs) Wolle			V		
Closterium kuetzingii Breb.			V		
Closterium pronum Breb.				V	
Crucigeniella apiculata (Lemm.) Komárek				I P	V
Desmidium swartzii Agardh ex ralfs					
Dimorphococcus lunatus A. Braun		V	V		
Dyctiosphaerium pulchellum Naegeli				I	
Elakatothrix gelatinosa Wille	I P	I P			V
Eutetramorus fotti (Hind) Kom.		V			
Eutetramorus sp.					V
Eudorina elegans Ehr.		V			
Gonatozygon monotaenium De Bary			V P		
Gonatozygon pilosum Wolle		V			
Micrasterias radiosa Ralfs			V		
Monoraphidium contortum (Thuret) Komarkova-Legnerova			I P		
Nephrocytium agardhianum Naegeli		O			
Oocystis lacustris Chodat		O I		O V I	O
Pediastrum angulosum (Ehr.) Meneghini			V		
Pediastrum boryanum (Ehr.) Meneghini			V		
Pediastrum duplex Meyen		V			
Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs		O		I	
Pleurotaenium travecula (Ehr.) Naegeli			V		
Quadrigula closteroides (Bohlin) Printz		O			
Scenedesmus ecornis (Ralfs) Chodat		O I P		O I	
Scenedesmus quadricauda (Turpin) Breb.		O		O I	O
Sphaerocystis schroeteri Chodat	O I P	V O I P		O I	O V P
Staurodesmus dikiei (Ralfs) Lillieroth			V		
Staurodesmus dejectus (Breb.) Teiling	P	O V P		P	
Staurodesmus mamillatus (Nordstedt) Teiling		O			
Staurodesmus subulatus (Kuetzing) Croasdale		O I	V		
Staurodesmus triangularis (Lagerheim) Teiling	V				
Staurastrum furcigerum Breb.		V	V		
Staurastrum gladiosum Turner			V		
Staurastrum gracile Ralfs		V O I P	P	O I P	
Staurastrum leptacanthum Nordstedt			V		
Staurastrum leptocladum Nordstedt		V O I P		V O I P	
Staurastrum leptocladum v. *cornutum*		V	V		
Stauratrum manfeldtii Delponte v. *annulatus*			V		
Staurastrum muticum Breb.		V			

Taxa	Chica	Grande	Quiñenco	Lanalhue	Lleu-lleu
Staurastrum orbiculare Ralfs		V			
Staurastrum rotula Nordst. v. *smithii*	V				
Staurastrum setigerum Cleve			V		
Staurastrum tohopekaligense Wolle			O		
Staurastrum sp.	O	O			
Sphaerozosma aubertianum West	V	V	V		
Teilingia granulata (Roy et Bisset) Bourrely	V				
Ulothrix sp.	V				
Volvox aureus Ehr.		V		V	
Xanthidium antilopaeum (Breb.) Kuetzing	V	V	V		

Laguna Chica de San Pedro (Ver Tabla III)

El fitoplancton de esta laguna estuvo integrado por 39 taxa. Las diatomeas (Bacillariophyceae) y las algas verdes (Chlorophyceae) aparecen con el mayor número, 15 cada una, seguida por las Cyanophyceae con 4. El IAF (Indice Acumulativo Fitoplanctónico) oscila entre 3,2 en verano y un 17 en primavera, con un valor anual promedio de 4,38; la variación de este índice se explica porque en verano se integraron al fitoplancton de este lago cinco especies de Desmidiaceae, en cambio en los otros períodos sólo se registró una especie de Desmidiaceae. Las especies más frecuentes a lo largo del año correspondieron a dos Cyanophyceae: *Microcystis elachista* (W. Et G.S. West) Starmach y *Gomphosphaeria lacustris* Chodat, tres Diatomeas: *Cymbella* sp., *Navicula* sp. y *Diploneis subovalis* Cleve; y una Chlorophyceae: *Sphaerocystis schroeterii* Chodat. De estas seis especies sólo *M. elachista*, *G. lacustris, D. subovalis* y *S. schroeterii* aparecen con abundancias importantes. Otras especies abundantes como *Peridinium* sp., *Dinobryon divergens* Imhof, *Fragilaria* spp., *Elakatothrix gelatinosa* Wille *y Rhodomonas lacustris* (Pascher et Ruttner) Javorn. estuvieron presentes sólo en una o dos estaciones durante el año estudiado. En general este lago presenta diferencias en las abundancias de sus fitoplancteres al comparar los cuatro períodos del año. Sólo una especie, *S. schroeterii,* aparece entre las cinco especies más abundantes en las cuatro estaciones, seguida por la diatomea *D. subovalis,* que se presentó abundante en tres estaciones del año, el resto de las especies sólo se presentaron en cantidades importantes en dos o una estación del año.

En cuanto a la densidad celular, los valores fluctuaron entre un mínimo de 19.300 cél/L. en invierno y un valor máximo de 340.950 cél/L. en verano. El máximo valor de verano fue principalmente aportado por la diatomea *Fragilaria* sp. con un 88,58% de la densidad total, seguida por *Peridinium* sp., con un 5,68%, por *D. divergens* con un 3,09% y por *S. schroeterii* sólo con un 0,41%. Las mayores abundancias en las estaciones de otoño, invierno y primavera estuvieron determinadas por *S. schroeterii* con un 41,71%, 32% y 72% respectivamente. Ninguna especie de Desmidiaceae alcanzó abundancias relevantes en este sistema acuático.

En los trabajo de Parra *et al.,* 1976, 1981 y Dellarossa *et al.,* 1976, se analizó la composición y abundancia de la población fitoplanctónica durante algunos meses invernales y también en un período anual completo. En estos estudios, del total de 95 taxa de fitoplancton determinadas, las más representativas en esta laguna fueron: *Botryococcus braunii* Kuetzing y *S. schroeterii* como ampliamente dominantes, luego *A. granulata, M. elachista* var. *planctonica,* seguidas por otras en menor abundancia como *Dinobryon* sp. y *G. lacustris.* La mayor densidad promedio (entre 0 y 15 m) se obtuvo en el mes de enero con 207.900 cél/L, disminuyendo hacia el final de la primavera (22.950 cel./L en noviembre) y aumentando nuevamente hasta mayo. La menor densidad promedio se registró en noviembre. Según Parra *et al.* (1981) durante 11 meses dominó la asociación tipo *Botryococcus* y en el mes restante el tipo *Crisofíceo oligotrófico,* según el sistema de Hutchinson (1957). Las conclusiones obtenidas en este estudio muestran que a esa fecha hubo un creciente incremento en la producción fitoplanctónica a causa del aumento de aporte de nutrientes. Estas condiciones ambientales son las determinantes de la composición y abundancia de organismos presentes en el sistema, quienes podrían considerarse característicos de una etapa de transición entre la oligotrofia y la mesotrofia.

En estudios anteriores, como se indicó, se habían citado para el fitoplancton de este lago 95 taxa que contrasta fuertemente con las 39 taxa encontrados en este estudio de frecuencia estacional. El grupo que presentó una declinación mayor fue el de las Chlorophyceae y de éste particularmente el

grupo de las Desmidiaceae. Por otra parte, en los estudios anteriores (Parra *et al., op. cit.*) se indicó que las especies más representativas, tanto en términos de frecuencia como de abundancia, fueron dos Chlorophyceae: *S. schroeterii* y *B. braunii*, esta última detectada en este estudio en muy baja densidad y sólo en verano.

En la época en que se efectuaron los estudios anteriores este lago no había sido invadido todavía por la macrófita *Egeria densa* Planchon, la cual hoy día se distribuye por toda la orilla del cuerpo acuático, hasta la cota de 5 metros de profundidad. Como se sabe (Round, 1981), asociada a esta macrófita crece una comunidad epifítica exuberante que junto a la propia población de la macrófita ha pasado a tener un rol relevante en el metabolismo del lago y seguramente ha sido un factor importante en los cambios que se han detectado en la comunidad fitoplanctónica.

TABLA III. Laguna Chica de San Pedro: Principales características de la comunidad fitoplanctónica durante los cuatro períodos de muestreo.

TABLE III. Chica of San Pedro lake: Major characteristic of phytoplanktonic community, during the four sampling period.

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza específica	16	13	14	17
Número de taxa por grupo	Chlorophyceae (10 spp) Cyanophyceae (4 spp)	Bacillariophyceae (7 spp) Cyanophyceae (2 spp)	Bacillariophyceae (7 spp) Chlorophyceae (3 spp)	Bacillariophyceae (11 spp) Chlorophyceae (3 spp)
Número de Desmidiaceae	5	1	1	1
Indice fitoplanctónico acumulativo	3,2	13	14	17
Taxa más abundantes	*Fragularia* sp.1 *Peridinium* sp. *D. divergens* *Fragilaria* sp.2 *S. schroeterii*	*M. elachista* *Sphaerocystis schroeterii* *Fragilaria* sp. *G. lacustris* *D. subovalis*	*S. schroeteri* *D. subovalis* *E. gelatinosa* *R. lacustris* *G. lacustris*	*S. schroeterii* *D. subovalis* *M. elachista* *Peridinium* sp.
Densidad celular (cél. $\cdot L^{-1}$) promedio	340.950	109.880	19.300	21.700

Laguna Grande de San Pedro (Ver Tabla IV)

El fitoplancton estuvo integrado por 57 taxa, siendo el grupo de las Chlorophyceae el de mayor riqueza específica con 31 especies, seguido por las Bacillariophyceae o Diatomeas con 19 especies; la familia Desmidiaceae aparece con 13 especies. El IAF presenta un rango de 2,22 en verano a uno de 6,0 en invierno. Esta laguna presenta un mayor número de especies frecuentes, 12 especies repartidas entre Cyanophyceae (1), Chrysophyceace (1), Bacillariophyceae (5), Chlorophyceae (5). De éstas sólo *M. aeruginosa*, *Asterionella formosa* Hassal, *A. granulata*, *Melosira distans* (Ehr.)Kuetzing, *S. schroeterii* y *Scenedesmus ecornis* (Ralfs) Chodat están representadas con abundancias importantes. Al analizar las abundancias por estaciones del año, *Eutetramorus fotti* (Hind) Kom. (Chlorophyceae) aparece en verano con un 72,64%, seguido por la diatomea *A. granulata* con un 21,45%; en cambio en otoño la abundancia está dada, principalmente, por *M. distans*, seguida de lejos por *A. granulata* y *A. formosa* con 6,6 y 5,53%, respectivamente; en invierno hay una notable dominancia de *M. distans* con un 88,07%, seguida de nuevo por *A. granulata;* en primavera se invierte la dominancia a *A. granulata*, seguida por *Coelastrum pseudomicroporum* Kors. con un 22,00% y *M. distans* con un 11,08%.

De lo anterior se deduce que son especies de *diatomeas* las que canalizan la producción primaria en este lago. *A. granulata* y *M. distans* son sin duda las especies más representativas de este cuerpo de agua. Es destacable también la presencia y abundancia de *M. aeruginosa*, una especie de Cyanophyceae típicamente indicadora de eutrofia. En cuanto a la densidad celular, ésta fluctuó de un valor mínimo en verano de 172.063 cél/L. a un valor máximo de 1.074.230 cél/L. en invierno; estos máximos valores de invierno fueron dados por la abundancia de *M.*

distans (1.000.620 cél/L.). Al igual que para Laguna Chica de San Pedro, ninguna Desmidiaceae alcanzó abundancias relevantes.

Parra *et al.* (1980) detectaron la presencia de una proliferación de *M. aeruginosa,* que fue acompañada por 30 especies de los grupos Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Chlorophyceae y Euglenophyceae. Las especies cuantitativamente más representativas que acompañaron la floración fueron: *A. granulata, S. schroeterii, Staurastrum leptocladum* Nordstedt, *Staurodesmus cuspidatus* (Bréb.) Teiling, *Staurodesmus triangularis* (Lagerheim) Teiling, *Coelastrum cambricum* Arch., *Mallomonas* spp., *Trachelomonas* spp. En el estudio de Dellarossa y Parra (1985) se determinaron 77 taxa, de las cuales 14 conformaron más del 90% de la biomasa resultante de tres muestreos realizados entre diciembre de 1984 y abril de 1985. Figuran en primer término: *M. aeruginosa, M. elachista* var. *planctonica, A. granulata, A. formosa, Peridinium* aff. *cinctum* (Muller) Ehrenberg, *Rhodomonas minuta* Skuja, *Cryptomonas* aff. *ovata* Ehrenberg. Las asociaciones establecidas fueron del tipo: "Dinofíceo-eutrófico", "Diatomeo-eutrófico", "Cianofíceo-eutrófico" y "Clorococcal-eutrófico". En esa época se destacaba también el desarrollo de las macrófitas *E. densa* en la zona más profunda y *Limnobium laevignatum* (Humb. et Bonpl.) Heine en la zona más superficial, con intensa velocidad de propagación y que en este sistema forman un cordón litoral.

Para el período comprendido entre diciembre de 1988 y diciembre de 1989 (Parra *et al.*, 1989, 1990) se determinaron 157 taxa de fitoplancton, de las cuales 57 representaron el 90% de la biomasa. Entre ellas se encuentran: *M. aeruginosa, M. incerta, Chroococcus limneticus* Lemm., *G. lacustris, D. divergens, Mallomonas* spp., *P.* aff. *cinctum* (Muller) Ehrenberg, *R. lacustris* Skuja, *Euglena* spp., *A. granulata, Volvox aureus* Ehrenberg, *Staurodesmus* spp. Las mayores abundancias poblacionales se registraron entre mitad de enero y mitad de abril, con los máximos en febrero.

Las macrófitas presentes tuvieron un límite de distribución vertical de 5 m y se encontraron circundando prácticamente todo el cuerpo de agua. La secuencia típica encontrada desde la zona más profunda a la más litoral fue: *E. densa* (enraizada) seguida de *L. laevigatum* (flotante).

Floraciones algales de *M. aeruginosa* o de *A. formosa* no fueron detectadas en este estudio de carácter estacional, a diferencia de los estudios anteriores, previamente citados.

TABLA IV. Laguna Grande de San Pedro: Principales características de la comunidad fitoplanctónica durante los cuatro períodos de muestreo.

TABLE IV. Grande of San Pedro lake: Major characteristic of phytoplanktonic community, during the four sampling period.

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza específica	20	34	24	23
Número de taxa por grupo	Chlorophyceae (17 spp) Cyanophyceae (2 spp)	Chlorophyceae (15 spp) Bacillariophyceae (7 spp)	Chlorophyceae (11 spp) Bacillariophyceae (7 spp)	Bacillariophyceae (11 spp) Chlorophyceae (9 spp)
Número de Desmidiaceae	9	7	4	4
Indice fitoplanctónico acumulativo	2,22	4,85	6,0	5,75
Taxa más abundantes	*E. fotti* *A. granulata* *C. acutum* *Anabaena* sp.	*M. distans* *M. aeruginosa* *A.granulata* *A. formosa* *R. lacustris*	*M. distans* *A. granulata* *S. schroeteri* *M. contortum* *S. ecornis*	*A. granulata* *C. pseudomicroporum* *M. distans* *S. schroeterii* *M. contortum*
Densidad celular (cél. $\cdot L^{-1}$) (promedio)	172.063	306.270	1.074.230	398.833

Laguna Quiñenco (Ver Tabla V)

Este pequeño lago presentó un fitoplancton bastante particular, con un total de 39 especies , siendo las Chlorophyceae el grupo de mayor riqueza específica (22), de los cuales 16 fueron Desmidiaceae, y en su mayoría (15) presentes sólo en la estación de verano. Las Diatomeas fue el segundo grupo más numeroso con 10 especies; el resto de los grupos taxonómicos estuvo ausente o muy pobremente representado. Si bien el número de especies de este lago aparece similar al de la laguna Chica de San Pedro, al hacer un análisis de su distribución temporal se observa que la mayoría de ellas se presentaron en verano y una buena parte no estuvieron presentes en las otras estaciones.

El IAF osciló entre 1,60 en la estación de verano, a 6,0 en otoño; esta diferencia está esencialmente marcada por la variación en la distribución temporal del grupo de las Desmidiaceae y el número total de especies que es muy variable estacionalmente.

Las especies más frecuentes son poco numerosas, sólo cuatro de ellas aparecen en tres estaciones del año, éstas son *Mallomonas* sp., *Anabaena* sp., *A. granulata* y *Surirella tenera* Greg. Todas estas especies presentan abundancias muy bajas, distribuidas en un gran número de especies y casi ninguna de ellas son relevantes.

Sólo en la estación de verano fue posible realizar un conteo de la densidad celular, ya que el material particulado en suspensión fue mucho menor al encontrado en las otras estaciones, lo cual imposibilitó el conteo de los pocos individuos presentes en las muestras analizadas. Sólo en el muestreo de verano fue posible realizar este conteo, el cual mostró que las principales abundancias estuvieron representadas por *D. divergens* y *Fragilaria* sp. El mayor valor de densidad celular encontrado en verano fue de 75.515 cél./L., el cual es muy inferior a los valores encontrados en los otros sistemas acuáticos.

La información anterior relativa a laguna Quiñenco (Dellarossa & González,1982) es escasa y fragmentaria, por lo cual no es posible comparar la información del fitoplancton, del cual sólo de conocían cuatro especies de Cyanophyceae, ya que los otros grupos taxonómicos no habían sido estudiados.

TABLA V. Laguna Quiñenco: Principales características de la comunidad fitoplanctónica durante los cuatro períodos de muestreo.

TABLE V. Quiñenco lake: Major characteristic of phytoplanktonic community, during the four sampling period.

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza específica	24	6	10	13
Número de taxa por grupo	Chlorophyceae (3 spp)	Bacillariophyceae (3 spp)	Bacillariophyceae (7 sp)	Bacillariophyceae (5 spp) Euglenophyceae (2 spp) Chrysophyceae (2 spp)
Número de Desmidiaceae	15	1	-	3
Indice fitoplanctónico acumulativo	1,60	6,0	-	4,33
Taxa más abundantes	*G. monotaenium* *X. antilopaeum* *S. mandfeltii* *S. tenera* *Anabaena* sp.	*Mallomonas* sp. *Anabaena* sp. *Cymbella* sp. *A. granulata* *S. tohopekaligense*	*A. granulata* *C. affinis* *Navicula* sp. *Mallomonas* sp. *S. tenera*	*D. divergens* *Fragilaria* sp. *Anabaena* sp. *Navicula* sp. *C. acutum*
Densidad celular (cél. $\cdot L^{-1}$) promedio				77.515

Lago Lanalhue (Ver Tabla 6)

En este lago se determinó un total de 48 especies, donde las Bacillariophyceae fueron las mejor representadas en número de especies (20) seguidas por las Chlorophyceae (15); de éstas sólo cuatro fueron Desmidiaceae. En general este lago presentó cierta uniformidad en la distribución temporal de las especies, lo cual se evidencia en los valores que alcanza el JAF; éste osciló entre 5.5 en otoño y 9.33 en invierno.

De las 12 especies más frecuentes seis de ellas corresponden a aquellas que presentan las mayores abundancias, éstas son: *Anabaena spiroides* Klebhan, *Microcystis wessenbergii* Komárek, *R. lacustris, A. granulata, M. distans.* Las especies más representativas en términos de frecuencia y abundancia son: *A. spiroides, A. granulata, M. wessenbergii, R. lacustris, M. distans* y *S. schroeterii.* En general, el plancton de este lago es bastante uniforme durante el año.

En cuanto a la densidad celular, ésta varió desde 254.336 cél/L en otoño, y 1,135.260 en invierno. Los máximos valores de abundancia en invierno fueron dados por *A. granulata* (58,49%) y *A. spiroides* (23,51%).

La lista completa de las especies fitoplanctónicas determinadas anteriormente para este sistema acuático se encuentra en el informe de Dellarrosa & Parra (1985). Las principales especies que contribuyeron con una biomasa superior al 90% fueron: *M. aeruginosa, M. elachista* var. *planctonica, G. lacustris, Anabaena* sp., *A. granulata, M. distans, A. formosa, R. minuta, Planctonema lauterbornii* Schmidle y *Monoraphidium* spp. Los autores establecen las asociaciones según el criterio de Hutchinson (1967), determinándose dos grupos: Plancton clorococcal eutrófico, Plancton cianofíceo eutrófico.

En el presente estudio, el plancton primaveral estuvo dominado por Cyanophyceae, Chlorophyceae y Bacillariophyceae. El de verano por Cyanophyceae y le siguen las otras dos clases ya mencionadas. Lo mismo ocurre en otoño donde se hacen más notorias las diferencias entre la primavera y las otras dos estaciones.

Sobre la base de los datos físico-químicos y datos de productividad y composición del fitoplancton, este sistema había sido caracterizado tróficamente como de un estado intermedio entre la mesotrofia y la eutrofia (Dellarossa & Parra, 1985).

Comparando con estudios anteriores (Dellarossa & Parra, 1985), el número de especies es casi el mismo, pero existen algunas diferencias en la composición de especies presentes. A diferencia de las lagunas Chica y Grande de San Pedro, se observa una mayor estabilidad de la estructura comunitaria del fitoplancton entre ambos períodos estudiados. Prácticamente, los cambios de las especies más frecuentes y abundantes son mínimos.

TABLA VI. Lago Lanalhue: Principales características de la comunidad fitoplanctónica durante los cuatro períodos de muestreo.

TABLE VI. Lanalhue lake: Major characteristic of phytoplanktonic community, during the four sampling period.

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza específica	19	22	28	25
Número de taxa por grupo	Chlorophyceae (6 spp) Bacillariophyceae (5 spp) Cyanophyceae (5 spp)	Bacillariophyceae (8 spp) Chlorophyceae (7 spp)	Bacillariophyceae (11 spp) Chlorophyceae (10 spp)	Bacillariophyceae (13 spp) Chlorophyceae (4 spp)
Número de Desmidiaceae	3	4	3	4
Indice fitoplanctónico acumulativo	6,0	5,5	9,33	6,25
Taxa más abundantes	*M. varians* *P. major* *A. spiroides* *A. granulata* *R. lacustris*	*A.granulata* *A. spiroides* *M. distans* *S. schroeterii* *M. wessenbergii*	*A. granulata* *A. spiroides* *S. schoeterii* *M. distans* *R. lacustris*	*A. granulata* *M. dikiei* *D. divergens* *A. spiroides* *M. wessenbergii*
Densidad celular (cél. $\cdot L^{-1}$) promedio	303.195	254.336	1.135.260	289.642

Lago Lleu-Lleu (Ver Tabla VII)

El fitoplancton de este lago estuvo representado por 44 especies, siendo el grupo de las Bacillariophyceae el de mayor representación con sus 24 especies, seguido de lejos por las Chlorophyceae con sólo 9 especies; no existiendo representación de la familia Desmidiaceae, lo que resulta muy notable. El IAF no pudo ser calculado por no estar representada esta familia.

Este lago es el que presenta mayor uniformidad temporal, tanto en términos de las especies más frecuentes y las más abundantes; esto indica que las condiciones ambientales del lago no cambian a través de las estaciones, como es el caso de los otros cuatro lagos estudiados. Otro aspecto que refuerza esto es que en las cuatro estaciones siempre la especie más abundantes es *A. granulata*, seguida por *G. lacustris* durante tres estaciones del año.

La densidad celular varió de un valor de 43.461. cél/L en invierno a 215.147 cél/L en verano. En ambos valores y en general en las cuatro estaciones del año, la dominancia de *A. granulata* es notoria, seguido por una Cyanophyceae *(G. lacustris)*.

Tabla VII. Lago Lleu-Lleu: Principales características de la comunidad fitoplanctónica durante los cuatro períodos de muestreo.

Table VII. Lleu-Lleu lake: Major characteristic of phytoplanktonic community, during the four sampling period.

Variables	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Riqueza específica	22	24	15	16
Número de taxa por grupo	Chlorophyceae (7 spp) Bacillariophyceae (7 spp)	Bacillariophyceae (14 spp) Chlorophyceae (3 spp) Cyanophyceae (3 spp)	Bacillariophyceae (12 spp) Cryptophyceae (2 spp)	Bacillariophyceae (9 spp) Cryptophyceae (3 spp)
Número de Desmidiaceae	0	0	0	0
Indice fitoplanctónico acumulativo	-	-	-	-
Taxa más abundantes	*A. granulata* *G. lacustris* *D. divergens* *M. elachista* *E. fotti*	*A. granulata* *G. lacustris* *C. limneticus* *C. apiculata* *Peridinium* sp.	*A. granulata* *Fragilaria* sp. *Navicula* sp. *Peridinium* sp. *C. erosa*	*A. granulata* *G. lacustris* *C. limneticus* *D. divergens* *S. schroeterii*
Densidad celular (cél. $\cdot L^{-1}$) promedio	215.147	174.865	43.460	87.842

Una comparación mediante análisis conglomerados de los datos presentados en la tabla 8, empleando datos presencia-ausencia de las diferentes especies de microalgas seleccionadas por su frecuencia de ocurrencia y/o por su abundancia numérica (Figura 2), permite reconocer 3 grupos de lagos: Grupo 1, compuesto por la Laguna Chica de San Pedro y el Lago Lleu-lleu; Grupo 2, compuesto por el Lago Lanalhue y la Laguna Grande de San Pedro, y el Grupo 3, integrado sólo por la Laguna Quiñenco.

TABLA VIII. Cuadro comparativo de la comunidad fitoplanctónica de los 5 lagos estudiados.

TABLE VIII. A comparative analysis of the phytoplanktonic community of the 5 studied lakes.

Parámetros Comunitarios	**Laguna Chica de San Pedro**	**Laguna Grande de San Pedro**	**Laguna Quiñenco**	**Lago Lanalhue**	**Lago Lleu-Lleu**
Riqueza específica	39	57	39	48	44
Grupos taxonómicos con mayor riqueza de especies	Bacillariophyceae Chlorophyceae Cyanophyceae	Chlorophyceae Bacillariophyceae Cyanophyceae	Chlorophyceae Bacillariophyceae Chrysophyceae	Bacillariophyceae Chlorophyceae Cyanophyceae	Bacillariophyceae Chlorophyceae Cyanophyceae
Taxa Cyanophyceae	4	3	1	5	5
Taxa Chrysophyceae	1	1	2	3	1
Taxa Xanthophyceae	-	-	-	-	-
Taxa Dinophyceae	2	-	1	3	2
Taxa Cryptophyceae	2	3	1	2	3
Taxa Euglenophyceae	-	-	2	-	-
Taxa Bacillariophyceae	15	19	10	20	24
Taxa Chlorophyceae	15	31	22	15	9
Taxa Desmidiaceae	9	13	16	4	-
Taxa marinos	-	-	-	3	3
Indice acumulativo fitoplanctónico	4,33	4,38	2,43	12,0	-
Especies más frecuentes	*M. elachista* *G. lacustris* *Cymbella* sp. *Navicula* sp. *D. subovalis* *S. schroeterii*	*M. aeruginosa* *Mallomonas* sp. *A. formosa* *A. granulata* *Fragilaria* sp. *M. distans* *S. tenera* *C. acutum* *S. ecornis* *S. dejectus* *S. gracile* *S. leptocladum*	*Anabaena* sp. *Mallomonas* sp. *A. granulata* *S. tenera*	*A. spiroides* *M. wessenbergii* *R. lacustris* *C. erosa* *A. granulata* *Fragilaria* sp. *M. distans* *Navicula* sp. *C. acutum* *O. lacustris* *S. gracile* *S. leptocladum*	*C. limneticus* *G. lacustris* *Peridinium* sp. *C. ovata* *C. erosa* *A. granulata* *N . viridula* *Navicula* sp. *Nitzschia* sp. *S. schroeterii*
Especies más abundantes	*S. schroeterii* *M. elachista* *Fragilaria* sp. *D. subovalis* *Peridinium* sp.	*M. distans* *A. granulata* *E. fotti* *S. schroeterii* *M. contortum*	*A. granulata* *G. monotaenium* *Mallomonas* sp. *D. divergens* *X. antilopaeum* *Anabaena* sp.	*A.granulata* *A. spiroides* *M. varians* *M. dikiei* *S.schroeterii* *M. distans* *M. wessenbergii*	*A. granulata* *G. lacustris* *C.limneticus* *D. divergens* *M. elachista* *Fragilaria* sp.
Promedio (cél.· L^{-1})	122.957	487.849	77.515	495.608	130.328
Máxima densidad celular y estación (cél.· L^{-1})	340.950 (verano)	1.074.230 (invierno)	77.515 (primavera)	1.135.260 (invierno)	205.147 (verano)

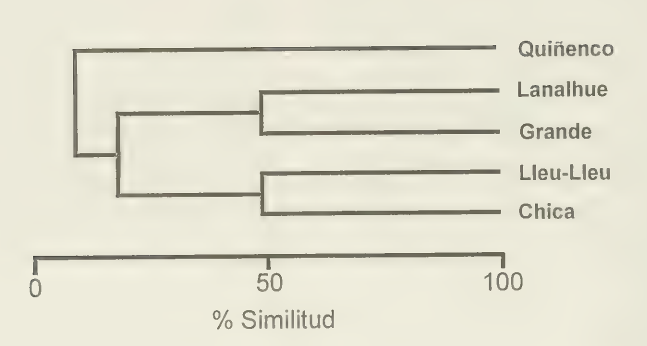


FIGURA 2. Dendrograma que agrupa los 5 lagos estudiados, empleando datos presencia-ausencia de las diferentes especies de microalgas seleccionadas por su frecuencia de ocurrencia y por su abundancia numérica.

FIGURE 2. Dendrogramme grouping the 5 studied lakes, using presence-absence information of selected microalgae species per frequency and occurrence and per numerical abundance.

CONCLUSIONES

Considerando que el componente fitoplanctónico es un elemento capaz de reflejar íntegramente la influencia temporal y espacial de las condiciones ambientales que posee un ecosistema acuático, y así ser muy útil para clasificar un cuerpo acuático, podemos concluir lo siguiente:

1) De los tres cuerpos de aguas que poseían información sobre el fitoplancton, se ha detectado importantes cambios en la composición específica y abundancias relativas de las especies, especialmente en el caso de las lagunas Chica y Grande de San Pedro y un leve cambio en el Lago Lanalhue. Estos cambios se han reflejado mayormente en el grupo de las algas verdes o Chlorophyceae, y dentro de éste, particularmente en las Desmidiaceae, grupo muy sensible a cambios de condiciones ambientales, especialmente aquéllos asociados a contaminación orgánica.

2) En los mismos tres lagos nombrados anteriormente se habían registrado floraciones acuáticas ("blooms"), los cuales no se detectaron en el presente estudio. Los "blooms" detectados anteriormente han sido ocasionados por especies del género *Microcystis*, que para el caso de Laguna Grande de San Pedro correspondió a la especie *M. aeruginosa*, para el Lago Lanalhue *M. wessenbergii* y para la Laguna Chica de San Pedro, importantes abundancias de *B. braunii* . Esta situación también es un indicio que las condiciones ambientales de estos lagos han cambiado, y esto se está reflejando en la composición y abundancias de la comunidad fitoplanctónica.

3) El análisis comparativo de los parámetros asociados a la comunidad fitoplanctónica de los cinco lagos, muestra que cada uno de ellos presenta una comunidad particular, con diferencias notables entre ellos y por lo tanto no existe un patrón que los asimile.

4) En ninguno de los lagos estudiados se detectaron floraciones algales o abundancias relevantes de especies indicadoras de contaminación orgánica.

5) Se postula, sobre la base de la composición específica, especies más frecuentes y más abundantes, así como la densidad total del fitoplancton, la siguiente clasificación trófica: oligotrofia para el lago Lleu-Lleu, una mesotrofia a una ligera eutrofia

para la laguna Chica de San Pedro, eutrofia para Laguna Grande y Lanalhue y una condición trófica particular, que correspondería a una distrofia producto del material particulado orgánico y probablemente una importante concentración de material húmico, para Laguna Quiñenco.

6) La clasificación numérica de los datos muestra que el cuerpo de agua más diferente es Laguna Quiñenco y las más afines Laguna Grande de San Pedro y Lanalhue.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. Hugo Campos (q.e.p.d), Dra. María Mardones, Dalba Avilés, Marco Cisternas, Elizabeth Araya, Ricardo Figueroa y Alberto Araneda, por su valiosa ayuda en terreno y por sus comentarios sobre el manuscrito. Esta investigación fue financiada por los Proyectos FONDECYT N° 196-0600 y DIUC N° 96.310.022-1.1D.

BIBLIOGRAFIA

BIRO, L. 1974. Apuntes de Geología. Departamento de Geología, Universidad de Concepción. 153 pp.

CISTERNAS, M., A. ARANEDA, O. RETAMAL & R. URRUTIA. 1997a. Variaciones históricas en las tasas de erosión-sedimentación de un cuerpo lacustre antropizado: utilización de geocronología radioisotópica. Rev. Geogr. Norte Grande 24: 151-156.

CISTERNAS, M., A. ARANEDA, O. RETAMAL & R. URRUTIA. 1997b. Sedimentos como indicadores de eventos erosivos en una pequeña cuenca lacustre de Chile Central. Espacio y Desarrollo 9: 102-116.

CLIFFORD, H.T. & W. STEPHENSON. 1975. An introduction to numerical classification, Academic Press, New York. 229 pp.

DELLAROSSA V. & M. GONZÁLEZ. 1982. Estudios limnológicos en el sistema de lagunas al Sur del Biobío (Lagunas Grande y Chica de San Pedro, La Posada y Quiñenco), VIII Región, Concepción, Chile. Vicerrectoría de Investigación Científica, Proyecto 2.08.82, Universidad de Concepción, 209 pp.

DELLAROSSA, V., E. UGARTE & O. PARRA. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez - II. Aspectos cuantitativos del plancton invernal y su relación con algunas características físicas y químicas del ambiente. Bol. Soc. Biol. Concepción 50:87-101.

DELLAROSSA, V. & O. PARRA. 1985. Estudio de la Laguna Grande de San Pedro y del Lago Lanalhue. Red Nacional Mínima de Control de Lagos. Convenio Dirección General de Aguas y Universidad de Concepción.

HUTCHINSON, G.E. 1957. A Treatise of Limnology. Vol. I. Geography, Physics and Chemistry. Wiley, New York. 1.015 pp

JAQUE E. & P. MANZÁNAREZ. (En prensa). Evaluación de la erodabilidad hídrica en una cuenca hidrográfica lacustre del litoral central (Laguna Quiñenco). Agro-Ciencias.

JAQUE E. & M. CISTERNAS. (En prensa). Integración de dos metodologías para la evaluación de la erosión en la cuenca de la Laguna Chica de San Pedro. Rev. Geogr. De Chile, Terra Australis.

MARGALEF R. 1983. Limnología. Ed. Omega, Barcelona, 1010 pp.

MERILAINEN, J., P. HUTTUNEN & K. PIRTTIALA. 1982. The effect of land use on the diatom communities in lakes. Hidrobiología 86: 99-103

NYGAARD, G. 1949. Hydrobiological studies in some ponds and lakes. II: The quotient hypothesis and some new or little known phytoplankton organisms. Biol. Skr. 7: 1-293.

PARRA, O., V. DELLAROSSA & E. UGARTE. 1976. Estudio limnológico de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez - I. Análisis cuali- y cuantitativo del plancton invernal. Bol. Soc. Biol. Concepción 50: 87-101.

PARRA, O., E. UGARTE & V. DELLAROSSA. 1978. Estudios limnológicos comparativos de las lagunas Chica de San Pedro, La Posada y Lo Méndez; consideraciones acerca de su contaminación. Universidad de Concepción, 52 pp.

PARRA, O., E. UGARTE, L. BALABANOFF, S. MORA, M. LIEBERMANN & A. ARON. 1980. Remarks on a bloom of *Microcystis aeruginosa.* Nova Hedwigia 33: 971-1004.

PARRA, O., E. UGARTE & V. DELLAROSSA. 1981. Periodicidad estacional y asociaciones en el fitoplancton de tres cuerpos lénticos en la región de Concepción, Chile. Gayana Bot. 36: 1-35.

PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. I: Cyanophyceae. 70 pp.

PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. II: Chrysophyceae-Xanthophyceae. 82 pp.

PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. III: Chyptophyceae, Dinophyceae y Euglenophyceae. 99 pp.

PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. V: Chlorophyceae, Parte I: Volvocales, Tetrasporales, Chlorococcales y Ulothricales. 151 pp.

PARRA, O., M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA, P. RIVERA & M. ORELLANA. 1982. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. V: Chlorophyceae, Parte II: Zygnematales. :152-353.

PARRA, O., D. AVILÉS, J. BECERRA, V. DELLAROSSA & R. MONTOYA. 1986. First toxic blue-green algal bloom recorder for Chile: a preliminary report. Gayana Bot. 43 (1-4): 15-17.

PARRA, O., V. DELLAROSSA, M. CONEJEROS, H. CAMPOS & W. STEFFENS. 1989. Estudio de la eutroficación de las lagunas Grande de San Pedro y las Tres Pascualas. Convenio Ilustre Municipalidad de Concepción y Universidad de Concepción.

PARRA, O. 1989. La eutroficación de la Laguna Grande de San Pedro: Un caso de estudio. Amb. y Des., 5 (1): 117 - 136.

PARRA, O., C. JARA & L. GUZMÁN. 1989. Las Lagunas intraurbanas de Concepción: Estado actual y perspectivas de recuperación y uso. Actas del III Encuentro Nacional del Medio Ambiente: 301-313.

PARRA, O., E. UGARTE, L. BALABANOFF, S. MORA, M. LIEBERMANN & A. ARON. 1990. Remarks on a bloom of *Microcystis aeruginosa* Kuetzing. Nova Hedwigia 33: 971-1004.

REYNOLDS, C. S. 1987. Community organization in the freshwater plankton. In: Organization of communities, past and present. Ed. J. H. R. Gee & P.S. Giller. Blackwell, Oxford. pp. 297-395.

RIVERA, P., O. PARRA, M. GONZÁLEZ, V. DELLAROSSA & M. ORELLANA. 1983. Manual taxonómico del fitoplancton de aguas continentales: con especial referencia al fitoplancton de Chile. Editorial Universidad de Concepción. Vol. IV: Bacillariophyceae. 97 pp.

ROUND, F.E. 1981. The Ecology of Algae. Cambridge University Press. 653 pp.

UTHERMOHL, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. Mitt. Int. Vereinigung Theor. Angew. Limnol. 15: 158-163.

VOLLENWEIDER, R.A. 1990. Eutrophication: Conventional and non conventional considerations and comments on selected topics. In R. De Bernardi, G. Giussani and L. Barbanti (eds.), Scientific Perpectives in Theoretical and Applied Limnology. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 47:77-134.

Fecha de publicación: 30.12.1999

Gayana Bot. 56(2): 109-113, 1999 ISSN 0016-5301

TYPIFICATION OF *CEREUS NIGRIPILIS* PHIL. (CACTACEAE) FROM CHILE

TIPIFICACION DE CEREUS NIGRIPILIS *PHIL. (CACTACEAE) DE CHILE*

Beat Ernst Leuenberger* & Urs Eggli**

ABSTRACT

The confusing taxonomic history of *Cereus nigripilis* Phil. (better known as *Trichocereus nigripilis* or *Echinopsis nigripilis*) is briefly discussed. It is shown that the type specimen sheet at SGO is composed of heterogeneous elements. The sheet contains a flower belonging to *Echinopsis* (*Trichocereus*) and vegetative material of *Eulychnia* sp. (probably *E. breviflora*). A specimen at HAL is composed of stem and flower fragments all belonging to the taxon intended in the description. A further specimen at W is discussed. Lectotypification of the name *Cereus nigripilis* is provided. The currently accepted name of this taxon is *Echinopsis nigripilis* (Phil.) Friedrich & G. D. Rowley.

KEYWORDS: Cactaceae, *Cereus*, Chile.

RESUMEN

Se discute la confusa historia taxonómica de *Cereus nigripilis* Phil., taxon actualmente conocido como *Trichocereus nigripilis* o *Echinopsis nigripilis*. Se muestra la heterogénea composición del espécimen tipo en el herbario SGO, compuesto por una flor de *Echinopsis* (*Trichocereus*) y material vegetativo de *Eulychnia* sp. (probablemente *E. breviflora*). Otro espécimen en el herbario HAL consiste de fragmentos de tallo y flor que concuerdan con la descripción dada en el protólogo. Se menciona un espécimen del herbario W. Se hace la lectotipificación del nombre *Cereus nigripilis*. El nombre actualmente aceptado es *Echinopsis nigripilis* (Phil.) Friedrich & G. D. Rowley.

PALABRAS CLAVES: Cactaceae, *Cereus*, Chile.

INTRODUCTION

Cactaceae are notorious for their often fragmentary or totally lacking herbarium specimens. Mixtures of material have caused confusions in the application of names of Chilean cacti, e.g., in cases discussed by Leuenberger & Eggli (1996, 2000). A similar, even more complicated case is *Cereus nigripilis* Phil., a plant described by Philippi (1860: 23) from Chile with the range indicated as "Coquimbo to Paposo" in the Atacama desert.

* Botanischer Garten & Botanisches Museum Berlin-Dahlem, Freie Universitaet Berlin, Koenigin-Luisestr. 6-8, D-14191 Berlin, Germany. E-mail: Leu@zedat.fu-berlin.de
** Sukkulenten-Sammlung Zuerich, Mythenquai 88, CH-8002 Zuerich, Switzerland. E-mail: urs.eggli@bluewin.ch

The name *Cereus nigripilis* has been interpreted controversially: Britton & Rose (1920) placed it in the synonymy of *Trichocereus coquimbanus* (Molina) Britton & Rose, by itself a serious problem of interpretation because Molina's Cactus coquimbanus cannot be the same as the plant described by Britton & Rose, as already discussed by Ritter (1980).

Ritter (1965, 1980) placed *Cereus nigripilis* in the synonymy of a different yet also highly controversial older name based on a seedling plant with unknown flower characters, *Cereus spinibarbis* Otto ex Pfeiff. (1837). Ritter treated it as *Trichocereus spinibarbis* (Otto ex Pfeiff.) F. Ritter. It should be noted that Britton & Rose (1920) had placed *Cereus spinibarbis* in a different genus, as *Eulychnia spinibarbis* (Otto ex Pfeiff.) Britton & Rose. Both are considered by Hunt (1992) as misapplied names and

were listed as synonyms of *Eulychnia breviflora* Phil. (1860), while *Cereus nigripilis* is not listed, and *Trichocereus nigripilis* is referred to *Echinopsis* sp. Hoffmann (1989) mentioned *Cereus nigripilis* as an ambiguous name. Hunt (1999) provisionally accepts *Echinopsis spinibarbis* and refers *Cereus nigripilis* to *Echinopsis* sp.

Ritter's comment (Ritter, 1980, p. 1111, 1112, under *T. coquimbanus*) suggests that he saw the herbarium material of Philippi's *Cereus nigripilis* at SGO, but he appears to have been unaware of the generic problem involved with this particular herbarium sheet. At least he did not mention the genus *Eulychnia* in his discussion of *Cereus nigripilis* and only concluded that Philippi, included in *Cereus nigripilis* five different low growing *Trichocereus* species from an area between Los Vilos in the South and El Cobre in the north. These would be, although not explicitely listed by Ritter (1980) *T. litoralis* (Johow) Looser, *T. serenanus* F. Ritter (=*T. coquimbanus* sensu Britton & Rose), *T. spinibarbis* (Otto ex Pfeiff.) F. Ritter, *T. fulvilanus* F. Ritter, and *T. deserticola* (Werderm.) Backeb.

During studies in the herbarium of the National Museum of Natural History at Santiago de Chile (SGO) in 1993 the authors became aware of the mixed type material of *Cereus nigripilis* Phil. and annotated the specimen (SGO 052682) as "flower of *Trichocereus* sp., stem parts of *Eulychnia* sp.". In 1995 the first author located an authentic specimen of *Cereus nigripilis* Phil. in the herbarium of the Martin Luther University at Halle, Germany (HAL), consisting of a flower fragment and two areoles, all belonging to *Echinopsis* (*Trichocereus*). Another, more doubtful specimen consisting of one flower only, is extant at the Natural History Museum in Vienna (W). This rather confusing situation, as well as the difficulties of segregation of taxa of Chilean *Trichocereus* and *Eulychnia* in the herbarium and in the field, called for a careful analysis of the protologue and of the type material of *Cereus nigripilis*. Because *Cereus nigripilis* will have priority over many later names, the effects of the lectotypification of this name must be taken into account: *Eulychnia* was established as a new genus concurrently with the description of *Cereus nigripilis*, with the single species *E. breviflora*. All other species of *Eulychnia* have been described later and would therefore potentially be threatened by the prioritable *C. nigripilis*, should this name become lectotypified with the vegetative material of the specimen at SGO.

THE ORIGINAL DESCRIPTION OF *CEREUS NIGRIPILIS*

The description of *Cereus nigripilis* Phil. (Fl. Atacam.: 23. 1860) appears to be only partly based on herbarium material and includes observed characters, like the size of the plant (3-4 feet tall), the branch diameter (3 inches), the rib number (12-13), the rather dry and insipid fruit, and the small black seeds of .5 lin. length. Vegetative characters include: very short, brown areole wool turning gray, spine number to 20, unequal, the shorter setiform to 10 lin. (2,1 cm) long, the longest to 28 lin. (5.8 cm) long. The flower is described as white, 12 cm long, with a tube, the base densely covered with black hairs. Philippi distinguishes the species from *C. quisco* (now considered to be a synonym of *Echinopsis chiloensis*) from the central provinces and gives the distribution of *Cereus nigripilis* as "a Coquimbo usque ad Paposo forte magis ad boream crescit" (from Coquimbo to Paposo and perhaps growing much more to the north).

The protologue excludes the possibility of *Cereus nigripilis* becoming confused with or even becoming a synonym of *Eulychnia breviflora* due to the maximum spine length of 5.8 cm, the large flower size and shape, the black hairs, dry fruit, and the black seeds.

THE TYPE AND OTHER MATERIAL OF *CEREUS NIGRIPILIS* PHIL.

In the R.A. Philippi collection at SGO there is a specimen (SGO 052682) without collector's name or number but labelled in R. A. Philippi's handwriting as "*Cereus nigripilis* Ph." from "Coquimbo Nov. 1853". This sheet was annotated by Muñoz Pizarro in Dec. 1945 as "Typus" (see also Muñoz Pizarro, 1960). The locality and date coincide with R.A. Philippi's itinerary of his trip to Coquimbo and further north from November 1853 to November 1854 (Taylor & Muñoz Schick, 1994). The label can certainly be attributed to R.A. Philippi (Fig. 1). A closer look at the specimen, however, revealed that only the flower definitely belongs to *Echinopsis* (*Trichocereus*). The lower rib fragment has to be identified as *Eulychnia* sp. due to the presence of a layer of palisade-like sclereids and of globular sclereids in the cortex (Leuenberger & Eggli, 1996; Nyffeler, Eggli & Leuenberger, 1997; Leuenberger & Eggli, in press). The upper rib fragment looks like *Eulychnia* as well

but the scarce amount of tissue with only the epidermis left leaves some doubt. Microscopic investigation will eventually make it possible to identify this fragment beyond any doubt as well, as current studies on epidermal characters of the group suggest (Nyffeler & Eggli, submitted).

The specimen at HAL is labelled "*Cereus nigripilis* Ph., Coquimbo" in R.A. Philippi's handwriting and stamped "R.A. Philippi: Chile". It contains a fragment of a flower and two areoles (Fig. 2). The flower fragments are from the delicate throat of a large *Echinopsis* (*Trichocereus*) flower. The two areoles with small pieces of epidermis and cortex still attached, can be easily identified as belonging to the same genus based on the anatomical characters discussed above. There are no palisade-like sclereids. The thick epidermis is clearly colliculate with sunken stomata, just like that of recent herbarium specimens of *Echinopsis* (*Trichocereus*) spp. from this area (Nyffeler & Eggli, submitted).

A Philippi specimen at Vienna (W) with the sheet number 1889-126799 from the Reichenbach collection is labeled "*Cereus nigripilis* Ph., Illapel prope Coquimbo", and (printed) "Chili leg. Philippi". It consists of a flower, cut in two halves, which is only 8.5 cm long and only sparsely short hairy. It does not match the protologue in flower size, indument and geographic origin and cannot be considered for the lectotypification of the name.

The mixed nature of the material at SGO (SGO 052682) and the presence of a fragmentary but homogeneous and more trustworthy duplicate at HAL call for a careful lectotypification of the name *Cereus nigripilis*. According to ICBN Art. 9.10 (Greuter & al. 1994), the "name must remain attached to that part which corresponds most nearly with the original description or diagnosis".

Comparison of the material SGO 052682 with the original publication (Philippi, 1860) results in complete harmony only as far as the flower characters are concerned, i.e., Philippi has exactly described the flower. The description contains no vegetative characters allowing to distinguish between the two genera. However, the maximum spine length on the lower rib fragment of the specimen at SGO (8 cm) considerably exceeds the maximum indicated by Philippi (5.8 cm), adding another argument to demonstrate the mixture.

The description of the flower in the protologue leaves no doubt that *Eulychnia* spp. can be excluded from Philippi's concept of *Cereus nigripilis*. The only two taxa of *Eulychnia* occurring in the Coquimbo region are *Eulychnia acida* and *E. breviflora*, and both have flowers which are maximum 5-6 cm long. In the case of *E. acida* they are scaly with little pronounced axillary hairs along the whole length of the pericarpel, while *E. breviflora* has flowers which are completely enveloped with conspicuous long but not black hairs. Accordingly, *Cereus nigripilis* must be based primarily on the floral material of the type specimens and remains definitely a member of *Echinopsis* (*Trichocereus*). Here we have at least two elements older than 1860: *Cactus coquimbanus* Molina (1782), and *Cactus chiloensis* Colla (1826). Since both of these names present presently unresolved difficulties to ascertain their correct application, we are yet unable to say which status *C. nigripilis* will have when the whole complex has been sufficiently studied. Pending the taxonomic revision of the group, which needs to consider also the more northern taxa *T. fulvilanus* F. Ritter, and *T. deserticola* (Werdermann) Backeberg, no details on the geographical distribution of the species north and south of Coquimbo can be provided for the time being.

LECTOTYPIFICATION, CURRENTLY ACCEPTED NAME, AND SYNONYMS

In selecting the flower material at SGO as lectotype for *Cereus nigripilis* and the material at HAL as isotype, we follow Schumann's usage of the name (Monatsschr. Kakteenk. 11: 26-29, cum fig., 1901; ill. repeated in Gesamtbeschr. Kakt., Nachtraege, p. 21, 1903) by placing it in sequence with *C. chiloensis* in his Gesamtbeschreibung. This choice is also suggested by the epithet, which evidently points to the black hairs on the flower tube described in the protologue.

Echinopsis nigripilis (Phil.) Friedrich & G. D. Rowley, I.O.S. Bull., 3(3): 96. 1974. o *Cereus nigripilis* Phil., Fl. Atac. 23. 1860. TYPE: Chile: "Coquimbo, Nov. 1853" [R. A. Philippi s.n.] (SGO 052682 pro parte, lectotype, here designated, flower only, excluding the stem parts; HAL, isotype, without date, including flower fragments and stem fragments) (Fig. 2 and 3). o *Trichocereus nigripilis* (Phil.) Backeb., Cactaceae, Handb. Kakteenk. 2: 1145. 1959. o *Trichocereus coquimbanus* (Molina) Britton & Rose var. *nigripilis* (Phil.) Borg, Cacti (ed. 2): 181. 1951.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank Mrs. M. Muñoz Schick of the National Herbarium, Santiago de Chile, for the permission to photograph the specimen of *Cereus nigripilis* illustrated here, the curator of HAL for the prolonged loan of material, and Mrs. B. Schreiber (B) for photographic work.

REFERENCES

Borg, J. 1951. Cacti (ed. 2). London.

Britton, N.L. & J.N. Rose. 1920. The Cactaceae. Descriptions and illustrations of plants of the cactus family. Vol. 2. Publ. Carnegie Inst. Wash. 248.

Colla, A. 1826. *Cereus chiloensis*. Mem. Acad. Sci. Torino 31: 342.

Greuter, W., F.R. Barrie., H.M. Burdet, W.G. Chaloner, V. Demoulin, D.L. Hawkswoorth, D.H. Nicolson, P.C. Silva, P. Trehane, & J. McNeill (eds.). 1994. International Code of Botanical Nomenclature (Tokyo Code), adopted by the Fifteenth International Botanical Congress, Yokohama, August, September 1993. Koeltz, Koenigstein/Taunus. Regnum Veg. 131.

Hoffmann, A. E. 1989. Cactaceas en la flora silvestre de Chile. Santiago. 272, i pp.

Hunt, D. R. 1992. CITES Cactaceae checklist. Kew.

Hunt, D.R. 1999. CITES Cactaceae checklist, ed. 2. Milborne Port.

Leuenberger, B. E. & U. Eggli. 1996. A note on a mixed type collection: Cereus deserticola Werderm. (Cactaceae). De Herbario Berolinensi Notulae 30. Willdenowia 25: 686-691.

Leuenberger, B.E. & U. Eggli. (2000). The genus Eulychnia (Cactaceae) in Chile: Notes on the taxonomy, types, and other old specimens. Haseltonia 7 (in press).

Molina, I. 1782. *Cactus coquimbanus*. Saggio Stor. Nat. Chil. 170.

Muñoz, C. 1960. Las especies de plantas descritas por R. A. Philippi en el siglo XIX. Santiago. 189 pp.

Nyffeler, R., U. Eggli & B.E. Leuenberger. 1997. Noteworthy idioblastic sclereids in the stems of Eulychnia (Cactaceae). Amer. J. Bot. 84(9): 1192-1197.

Nyffeler, R. & U. Eggli. (submitted). Differences in detail: the use of comparative plant anatomy as exemplified by two columnar cacti from Chile. Botanica Helvetica.

Pfeiffer, L. 1837. Enumeratio diagnostica Cactearum hucusque cognitarum. Berlin. viii, 192 pp.

Philippi, R. A. 1860. Florula atacamensis seu enumeratio plantarum, quas in itinere per desertum atacamense observavit Dr. R. Philippi. Halle.

Ritter, F. 1965. *Trichocereus serenanus* Ritter nom. nov. Kakteen Sukk. 16:210-212.

Ritter, F. 1980. Kakteen in Suedamerika. Band 3. Chile. Spangenberg. pp. 857-1238.

Taylor, C.M. & M. Muñoz- Schick. 1994. The botanical works of Philippi, father and son, in Chile. Ann. Missouri Bot. Gard. 81: 743-748.

Fecha de publicación: 30.12.1999



Figure 1. Photograph of herbarium sheet SGO 052682, of *Cereus nigripilis* Phil. at SGO (lectotype, flower only) (Photo B. Leuenberger).

Figura 1. Fotografía de la carpeta de herbario de SGO (052682) de *Cereus nigripilis* Phil. (lectotipo, sólo flores) (Foto de B. Leuenberger).



Figure 2. Photograph of herbarium sheet of *Cereus nigripilis* Phil. at HAL (isotype) (Photo B. Schreiber).

Figura 2. Fotografía de la carpeta de herbario de *Cereus nigripilis* Phil. depositada en HAL (isotipo) (Foto de B. Schreiber).

Gayana Bot. 56(2): 115-123, 1999 ISSN 0016-5301

VARIACION ALTITUDINAL EN LOS SINDROMES DE DISPERSION DE SEMILLAS DE LA VEGETACION ANDINA DE LA CUENCA DEL RIO MOLINA, CHILE CENTRAL (33°S)

ALTITUDINAL VARIATION IN SEED DISPERSAL SYNDROMES OF THE ALPINE VEGETATION OF THE RIO MOLINA BASIN, CENTRAL CHILE (33°S)

Lohengrin A. Cavieres[1], Claudia Papic[2] y Carmen Castor[2]

RESUMEN

La dispersión de semillas es un proceso importante en el ciclo de vida de las plantas. Dentro de las comunidades de plantas usualmente están representados una amplia gama de mecanismos de dispersión. En Chile, los síndromes de dispersión han sido descritos para algunas comunidades boscosas, sin embargo, poco se sabe sobre los mecanismos de dispersión en la flora andina. Considerando la importancia de los factores abióticos en la estructuración de las comunidades andinas se espera que los síndromes de dispersión bióticos disminuyan con la altitud mientras que los síndromes abióticos aumenten. En este estudio se presentan las tendencias altitudinales de diversos síndromes de dispersión de semillas en la vegetación andina de Chile central, en un transecto altitudinal desde los 2.100 a 3.700 m en la cuenca del río Molina (Región Metropolitana). Se encontraron 103 especies a lo largo del transecto. La anemocoría fue el síndrome con mayor representación en todos los niveles altitudinales, sin embargo, no se encontró ninguna tendencia con la altitud. La zoocoría disminuyó significativamente con la altitud y las especies sin síndrome son el segundo tipo más representado en todos los niveles altitudinales sin presentar ninguna tendencia. La autocoría y la barocoría son los síndromes con menor representación dentro de todo el espectro analizado. La autocoría aumenta significativamente con la altitud mientras que la barocoría no presentó ninguna tendencia. Se concluye que los síndromes bióticos disminuyeron con la altitud mientras que los síndromes abióticos aumentaron.

PALABRAS CLAVES: Síndromes de dispersión, gradiente altitudinal, Andes, Chile.

ABSTRACT

Seed dispersal is an important process in the life-cycle of plants. Plant communities usually include a wide range of seed dispersal mechanisms. In Chile, seed dispersal syndromes have been described for some forest communities, but little is known about seed dispersal mechanisms in the Andean flora. Considering the importance of abiotic factors on the determination of alpine communities, a trend for increasing abiotic seed dispersal syndromes with elevation is expected. In this study we show the altitudinal tendencies of diverse seed dispersal syndromes in the Andean vegetation of central Chile, from 2100 to 3700 m elevation in the rio Molina basin (Metropolitan Region). 103 species were found on the transect. Anemocory was the most abundant seed dispersal syndrome and showed no tendency in relation to elevation. Zoocory significantly decreased with elevation and species without seed dispersal syndrome were the second most common syndrome at all elevations, without showing any relationship with elevation. Autocory and barocory were the seed dispersal syndromes with minor representation. Autocory showed a significant tendency to increase with elevation, while barocory showed no relation with elevation. Biotic seed dispersal syndromes decreased with elevation, while abiotic ones increased.

KEYWORDS: Seed dispersal syndromes, altitudinal gradient, Andes, Chile.

INTRODUCCION

La dispersión de semillas es un proceso fundamental en el ciclo de vida de las plantas (Howe & Westley, 1997). Por un lado la dispersión de semillas es una de las vías por las cuales se realiza el intercambio genético dentro y entre poblaciones (Hamrick &

[1] Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias Naturales y Oceanográficas, Universidad de Concepción, Casilla 160-C, Concepción, Chile. e-mail: lcaviere@udec.cl.
[2] Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile.

Loveless, 1986). Por otro lado, la dispersión de semillas permite la exploración espacial de la heterogeneidad del ambiente permitiendo la llegada de nuevos propágulos de una especie a nuevos habitats (Estrada & Fleming, 1986). La llegada de propágulos a sitios adecuados para la sobrevivencia de las plántulas facilita el mantenimiento de una población y permite la colonización de nuevas áreas (Howe & Smallwood, 1982). La dispersión de semillas representa entonces un prerrequisito para la sobrevivencia de las especies (Fenner, 1985).

Dentro de las comunidades de plantas usualmente están representados una amplia gama de mecanismos de dispersión. Sin embargo, la proporción de especies que usa un determinado tipo de mecanismo de dispersión cambia de una comunidad a otra, y muchas veces es posible reconocer ciertas tendencias al interior de las comunidades, lo que está íntimamente ligado a la historia evolutiva y ecológica de las especies que componen una determinada comunidad (Herrera, 1986). Por ejemplo, Willson *et al.* (1990) encontraron que en zonas con tipos de vegetación similar, pero ubicadas en distintos continentes, tienen una representación desigual de los diferentes síndromes de dispersión de semillas. La mayoría de las especies en los bosques de coníferas de Nueva Zelanda presentan síndrome de dispersión por vertebrados, mientras que en los bosques de coníferas de Norteamérica el síndrome más común es la dispersión por viento (Willson *et al.*, 1990).

En Chile, los síndromes de dispersión han sido descritos para comunidades boscosas como el bosque templado de Chiloé (Villagrán *et al.*, 1986; Armesto & Rozzi, 1989) y el matorral mediterráneo de Chile central (Hoffman *et al.*, 1989; Hoffmann & Armesto, 1995). Sin embargo, poco se sabe sobre los mecanismos de dispersión en la flora andina.

Las zonas de alta montaña se caracterizan por la rigurosidad de las condiciones climáticas. Las bajas temperaturas, los fuertes vientos, los altos niveles de radiación y la corta duración del período favorable para el crecimiento de las plantas son las principales características de estos ambientes (Billings, 1972, 1974; Bliss, 1971, 1985). Muchas de estas características climáticas cambian con la altitud, determinando variaciones como disminución de la riqueza de especies (MacArthur, 1972), cambios en las formas de vida (Squeo *et al.*, 1993), cambios en los mecanismos de polinización y sistemas reproductivos (Arroyo *et al.*, 1983; Arroyo & Squeo, 1990), etc. Por ejemplo, las temperaturas disminuyen y la velocidad del viento aumenta con la altitud, determinando que a mayores altitudes las plantas tiendan a crecer más cerca del suelo, evadiendo los efectos del fuerte viento y las bajas temperaturas del aire (Cavieres *et al.*, 1998). El espectro de especies y formas de vida que son capaces de tolerar tales condiciones de viento y temperatura es muy limitado (Squeo *et al.*, 1991, 1996) de modo que la riqueza de especies y la diversidad de formas de vida disminuye con la altura (Billings & Mooney, 1968; Billings, 1974; Squeo *et al.*, 1993). La disminución de riqueza y abundancia de organismos que habitan hacia mayores altitudes también se manifiesta en los animales (Billings & Mooney, 1968; Bliss, 1971). Considerando, entonces, la disminución de eventuales agentes dispersores y el aumento en la importancia de los factores abióticos, en particular de la velocidad del viento, en la determinación de la estructura de la biota hacia mayores alturas se podría esperar que el valor de importancia de la dispersión por viento aumente con la altitud, mientras que la dispersión biótica disminuya con la altitud. El objetivo de este trabajo es discutir tendencias altitudinales en la incidencia de los diversos síndromes de dispersión de semillas en la vegetación andina de la cuenca del río Molina, Chile central.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en un transecto altitudinal en la cuenca del río Molina, en las inmediaciones del centro invernal de Ski Valle Nevado, Chile central (33°20' S, 70°16' W). Chile central posee un clima tipo mediterráneo (di Castri & Hajek, 1976) caracterizado por una marcada estacionalidad tanto en las temperaturas como en las precipitaciones, además de una alta variabilidad interanual en estas últimas (Aceituno, 1990). Dentro de esta zona de clima tipo mediterráneo hacia las altas cumbres de los Andes se desarrolla un clima de alta montaña (Santibáñez & Uribe, 1990). A 2.600 m la temperatura media anual es alrededor de 6,5°C, con temperaturas medias mensuales que varían entre una máxima promedio de 10,0°C y una media mínima de –1,0°C (Cavieres & Arroyo, 1999). A 3.150 m la temperatura media anual es de alrededor de 3°C, con temperaturas medias mensuales que varían entre una máxima promedio de 7,0°C y una media mínima de –2,5°C (Cavieres & Arroyo, 1999). En relación a las precipitaciones, éstas ocurren principalmente en forma de nieve durante el invierno, con estimaciones de precipitacio-

nes totales que fluctúan entre los 715 mm al año para las zonas de baja cordillera, hasta 913 mm anuales en las zonas más altas de la cordillera (Santibáñez & Uribe, 1990). Aunque las precipitaciones se concentran principalmente en los meses de invierno, en las zonas de mayor altitud suelen ocurrir tormentas de verano, con granizo y rayos (Rozzi *et al.*, 1989).

A partir de los 2.100 m, que corresponde al límite inferior de la vegetación andina (Arroyo *et al.*, 1981), cada 100 m de altitud se realizaron 18 transectos de intercepto de punto de 50 m de largo cada uno. Los transectos se realizaron en laderas de exposición S-SW, ubicándose en forma perpendicular a la pendiente y separados uno de otro en forma aleatoria. El muestreo de vegetación se realizó hasta los 3.700 m que corresponde al límite superior de vegetación (Arroyo *et al.*, 1981). En cada transecto se registraron las especies presentes cada 50 cm. Si bien con el método de los transectos no se colectan todas las especies presentes a una determinada altitud, éstos sólo dejan fuera las especies raras y/o con una distribución muy local dentro de una ladera, lo cual no influiría mayormente en la determinación de los síndromes de dispersión más comunes.

Para determinar el síndrome de dispersión de cada una de las especies encontradas en cada uno de los niveles altitudinales, se realizó una búsqueda bibliográfica de las monografías disponibles, con lo cual se caracterizaron morfológicamente frutos y semillas. De acuerdo a ello cada especie fue clasificada en una de las categorías propuestas por Van der Pijl (1982) y que se detallan a continuación:

Autocoría: Dispersión por la misma planta, gracias a la expulsión activa de las semillas.

Anemocoría: Dispersión por viento, donde los propágulos presentan adaptaciones morfológicas específicas (sacos de aire, plumas, alas, etc.).

Barocoría: Dispersión por gravedad. Aquí se incluyen aquellos propágulos en donde la literatura describe que son dispersados por la fuerza de gravedad, como el caso de los frutos de gran tamaño y peso.

Zoocoría: Dispersión a través de animales por *epizoocoría* mediante adhesión al cuerpo del animal gracias a estructuras especiales en los propágulos (por ej. ganchos) o por *endozoocoría* mediante dispersión interna por el consumo del propágulo por parte del animal (principalmente vertebrados).

Sin síndrome: La semilla no presenta especialización morfológica asociada particularmente con la dispersión. Dentro de esta última categoría se incluyen todas aquellas especies que no presentan algún rasgo morfológico como para ser clasificadas dentro de alguna de las primeras categorías, aún sabiendo que, por ejemplo, las semillas pequeñas puedan ser dispersadas por viento. Sin embargo, características como el tamaño de la semilla se asocian principalmente con otros aspectos de la historia de vida, que no necesariamente pueden ser vistos específicamente como una adaptación a la dispersión (Willson *et al.*, 1990).

Para determinar la existencia de tendencias altitudinales se realizaron análisis de regresión lineal para cada síndrome por separado, considerando sólo las altitudes en las cuales el síndrome analizado estaba presente. Los análisis se realizaron con el software estadístico SYSTAT 6.0.

RESULTADOS

Se registraron un total de 103 especies entre los 2.100 y 3.700 m de altitud, agrupadas en 68 géneros correspondientes a 35 familias (Apéndice). Las familias más representadas son Asteraceae (22 especies), Fabaceae (10 especies), Poaceae (10 especies) y Apiaceae (6 especies).

La autocoría y la barocoría fueron los síndromes con menor representación dentro de todo el espectro analizado (Fig. 1). La autocoría fluctuó entre 0% a varias altitudes (e.g., 2.100, 2.200, 3.600), a un máximo de 22,2% a 2.500 m, presentando una tendencia altamente significativa (Tabla I) a aumentar con la altitud (Fig. 1). La barocoría no registró ninguna tendencia significativa con la altitud (Tabla I), presentándose un máximo de 8,7% a 2.700 m para luego disminuir a 0% a partir de los 3.100 m (Fig. 1). La anemocoría fue el síndrome con mayor representación en todos los niveles altitudinales (Fig. 1), fluctuando entre un 33% a 3.500 m a un máximo de 100% a 3.700 m. Sin embargo, no se encontró ninguna tendencia significativa con la altitud (Tabla I). Por su parte, la zoocoría disminuyó significativamente con la altitud (Tabla I), con valores que fluctuaron entre un máximo de 17,6% a 2.100 m a un mínimo de 0% a partir de los 3.400 m de altitud. Las especies sin síndrome fueron el segundo tipo más representado en todos los niveles altitudinales (Fig. 1), fluctuando un 0% a 3.600 m a un 44% a 3.400 m. No se observó ninguna tendencia significativa con la altitud (Tabla I).

Tabla I. Relación a través de regresión lineal de los síndromes de dispersión de semillas con la altitud. (*) Indica diferencia significativa ($p < 0,05$). n = N° altitudes en que el síndrome está presente.

Table I. Linear regressions of seed dispersal syndromes with elevation. (*) Indicate significant differences ($p < 0.05$). n = N° elevations in wich the syndrome is present.

Síndrome	n	r	p	
Autocoría	11	0,778	0,005	*
Barocoría	10	0.023	0,949	
Anemocoría	16	0.391	0,134	
Zoocoría	11	0.869	0,001	*
Sin síndrome	16	0.501	0,050	

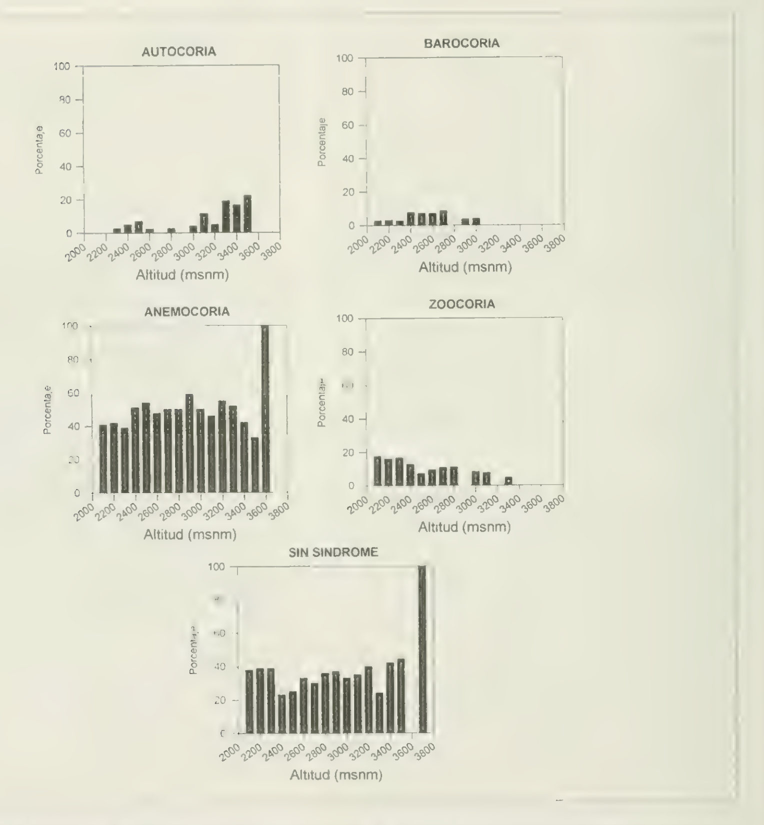


Figura 1. Variación altitudinal de diferentes síndromes de dispersión de semillas en la vegetación andina de la cuenca del río Molina, Andes de Chile central (33° S).

Figure 1. Altitudinal variation of seed dispersal syndromes in the alpine vegetation of rio Molina basin, central Chile (33° S).

DISCUSION

Los resultados demuestran un aumento significativo en síndromes abióticos de dispersión de semillas a medida que se avanza en altura, mientras que la disminución de los mecanismos bióticos concuerda con lo esperado si consideramos que la rigurosidad climática hacia mayores altitudes determina una menor diversidad de vertebrados que pudieran actuar como agentes de dispersión (Frantzen & Bouman, 1989).

El aumento de la autocoría con la altitud puede deberse en parte a los valores de importancia que presenta este síndrome entre los 3.200 a 3.500 m gracias a la presencia en estas altitudes de especies del género *Oxalis* y *Viola*, conocidos por su capacidad autocora (Ridley, 1930). Un resultado similar fue documentado por Willson *et al.* (1990), quienes estudiando los síndromes de dispersión en una serie de comunidades templadas encontraron que en praderas de altura la dispersión balística (autocoría) aumentaba con la altitud. El aumento significativo de este síndrome con la altitud sugiere una mayor independencia de las plantas de mayores alturas a cualquier tipo de agentes de dispersión. A pesar que la barocoría presenta bajos valores en los niveles altitudinales inferiores, existe una tendencia significativa a la disminución con la altura. Esto se debe a que las especies catalogadas con este síndrome (e.g. *Anarthrophyllum cumingii*, ver Apéndice) sólo se distribuyen en altitudes inferiores a los 3.000 m. Sin embargo, la importancia de este síndrome en mayores altitudes podría estar subestimada si consideramos los ejemplos de *Laretia acaulis* y *Anarthrophyllum gayanum*, para los cuales se ha observado que sus semillas se encuentran sobre el mismo cojín, las cuales podrían caer hacia los bordes del cojín llevadas principalmente por agentes gravitatorios.

Al considerar que en altitudes superiores a los 3.000 m los vientos son muy fuertes (Bliss, 1985), se esperaba un aumento significativo de la anemocoría con la altitud. Aunque a 3.700 m el 100% de las especies se asocia a anemocoría, este porcentaje corresponde a la presencia de una sola especie, *Bromus setifolius*. Sin embargo, a pesar de ser el síndrome más importante no se encuentra una relación significativa con la altura, sugiriendo que tal vez éste no resulte ser la mejor estrategia para la dispersión de las semillas en ambientes alpinos. En efecto, si consideramos los fuertes vientos en las zonas de alta montaña es posible que las semillas sean transportadas a sitios no aptos para una germinación y establecimiento exitosos. Es posible entonces que síndromes como autocoría, que muestran máximos entre los 3.400 y los 3.500 m justo donde la anemocoría disminuye (o barocoría, que podría estar subestimado en este análisis), se presenten como una mejor alternativa para la dispersión de semillas.

Frantzen & Bouman (1989) en un estudio similar de variación altitudinal de los síndromes de dispersión incluyen dentro de la categoría de anemocoría una sub categoría denominada "wind-dispersed without adaptations" (wwa), que corresponde a semillas cuyo vector de dispersión efectivamente es el viento, pero que no presenta adaptaciones particulares para ello. Dentro de los géneros comunes en esta categoría podríamos nombrar a *Azorella*, *Cerastium*, *Juncus* y *Sisyrinchium*, los cuales hemos preferido mantener dentro de la categoría "sin síndrome" ya que en este estudio no estamos evaluando el vector efectivo de dispersión y tampoco se tienen datos sobre el vector de dispersión en cada uno de los casos mencionados.

La categoría "sin síndrome" resultó ser, sorprendentemente, la segunda más relevante. Esto sugiere que una parte importante de los propágulos de las especies de zonas alpinas no presentan adaptaciones morfológicas obvias que permitan asociar un síndrome característico de dispersión. Willson *et al.* (1990) también encontró que en praderas alpinas, la mayoría de las especies no presentan adaptaciones obvias a algún agente de dispersión. En forma similar, Savile (1972) comenta que en las tundras árticas la mayoría de los propágulos de las especies carecen de un síndrome de dispersión obvio. Esto sugiere que la dispersión a larga distancia no sería una estrategia ventajosa en este tipo de ambientes. Marchand & Roach (1980) han documentado que la dispersión de semillas en especies alpinas es muy limitada, con distancias de dispersión menores de 1 m. Los ambientes alpinos son hábitat espacialmente muy heterogéneos (Billings, 1974) y los sitios para efectuar un reclutamiento seguro están asociados a perturbaciones de pequeña escala (Chambers *et al.*, 1990; Chambers, 1993) o a la presencia de individuos adultos que ejercen un efecto nodriza (Billings, 1974; Cavieres *et al.*, 1998). En ambos casos la dispersión a larga distancia sería menos efectiva. Las perturbaciones de pequeña escala son temporal y espacialmente muy impredecibles (Fox, 1981; McGraw & Vavrek, 1989), de modo que una dispersión a larga distancia no asegura la llegada a un sitio adecuado para el reclutamiento. A su vez, la dispersión a larga dis-

tancia alejaría las semillas de un eventual efecto nodriza ejercido por la planta madre. Una alternativa sería la dispersión temporal de las semillas, a través de mecanismos de latencia que permitan esperar la ocurrencia de perturbaciones de pequeña escala que favorecen el reclutamiento (Onipchenko *et al.*, 1998; Cavieres, 1999) o bien distribuir temporalmente la germinación disminuyendo las probabilidades de competencia entre hermanos (Ellner, 1985a, 1985b; 1987a, 1987b).

La evolución de la flora andina ha estado íntimamente ligada a los complejos eventos geológicos y climáticos, tales como el levantamiento andino y los períodos glaciales, que en los Andes del centro y sur de Chile han ocurrido repetidamente durante el cuaternario (Clapperton, 1994). En el último máximo glacial (18.000 años A.P.), la línea de nieves habría descendido 800-1.000 m aproximadamente (Clapperton, 1994), con lo que se podría suponer que con un avance de los hielos hasta aproximadamente los 3.000-2.800 m durante el último máximo glacial, los pisos altitudinales de vegetación hayan descendido a altitudes inferiores. En estas condiciones, las bajas altitudes podrían ser la fuente de especies para la recolonización postglacial de la vegetación. Esta recolonización debiera estar asociada a ciertos mecanismos de dispersión de semillas que le permitiera a las plantas realizar este avance. Con ello podría esperarse que en aquellos niveles altitudinales en que el proceso de recolonización es más reciente (mayores alturas) el valor de importancia de la dispersión biótica de semillas sea mínimo, ya que por razones climáticas, escasez de alimento y refugio, los agentes de dispersión biótica, principalmente los vertebrados, disminuirían con la altura. Los patrones descritos en este estudio sugieren que la llegada de propágulos a los pisos vegetacionales de mayor altitud habría sido a través de vectores abióticos, lo que habría permitido la recolonización de estos pisos a partir de elementos refugiados a menor altitud.

AGRADECIMIENTOS

Investigación financiada por FONDECYT N° 2950072 (LC). La redacción de este trabajo ha sido apoyada por la Cátedra Presidencial en Ciencias de Mary Kalin Arroyo.

BIBLIOGRAFIA

Aceituno, P. 1990. Anomalías climáticas en la región sudamericana durante los extremos de la oscilación austral. Rev. Geograf. 32:65-78.

Armesto, J.J. & R. Rozzi. 1989. Seed dispersal syndromes in the rain forest of Chiloe: evidence for the importance of biotic dispersal in a temperate rain forest. J. Biog. 16:219-226.

Arroyo, M.T.K. & F. Squeo. 1990. Relationship between plant breeding systems and pollination. En S. Kawano (ed.) Biological Approaches and Evolutionary Trends in Plants, Academic Press, London, pp. 205-227.

Arroyo, M.T.K., J.J. Armesto & C. Villagrán. 1981. Plant phenological patterns in the high Andean cordillera of central Chile. J. Ecol. 69:205-223.

Arroyo, M.T.K, J.J. Armesto & R. Primack. 1983. Tendencias altitudinales y altitudinales en los mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. Rev. Chil. Hist. Nat. 56: 159-180.

Billings, W.D. 1972. Arctic and alpine vegetation: plant adaptation to cold summer climates. En J.D. Ives & R.D. Barry (eds.), Arctic and Alpine Environments, Methuen, London, pp. 403-443.

Billings, W.D. 1974. Adaptations and origins of alpine plants. Arct. Alp. Res. 6:129-142.

Billings, W.D. & H.A. Mooney. 1968. The ecology of arctic and alpine plants. Biol. Rev. 43:481-529.

Bliss, L.C. 1971. Arctic and alpine plant life cycle. Ann. Rev. Ecol. Syst. 2: 405-438.

Bliss, L.C. 1985. Alpine. En W.D. Billings & H.A. Mooney (eds.), Physiological Ecology of North American Plant Terrestrial Communities, Chapman & Hall, New York, pp. 41-65.

Cavieres, L.A., A. Peñaloza, C. Papic & M. Tambutti. 1998. Efecto nodriza del cojín *Laretia acaulis* (Cav.) Gill. et Hook. (Umbelliferae) en la zona alto-andina de Chile central. Rev. Chil. Hist. Nat. 71: 337-347.

Cavieres, L.A. & M.T.K. Arroyo. 1999. Lapse-rate in the Rio Molina valley, province of Santiago, central Chile (33°S). Rev. Geo. T. Aust. (en prensa).

Cavieres, L.A. 1999. Bancos de semillas persistentes: modelos de germinación retardada y su aplicación en ambientes alpinos. Rev. Chil. Hist. Nat. 72: 1-20.

Chambers, J.C. 1993. Seed and vegetation dynamics in an alpine herb field: effects of disturbance type. Can J. Bot. 71: 471-485.

Chambers, J.C., J.A. MacMahon & R.W. Brown. 1990. Alpine seedling establishment: the influence of disturbance type. Ecol. 71: 1323-1341.

Clapperton, CH. 1994. The quaternary glaciation of Chile: a review. Rev. Chil. Hist. Nat. 67:369-383.

Di Castri, F. & E. Hajek. 1976. Bioclimatología de Chile. Ediciones de la Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile, 122 pp.

Ellner, S. (1985a). ESS germination strategies in randomly varying environments. I. Logistic type models.

Theor. Pop. Biol. 28: 50-79.

ELLNER, S. (1985b). ESS germination strategies in randomly varying environments. II. Reciprocal yield law models. Theor. Pop. Biol. 28: 80-116.

ELLNER, S. (1987a). Competition and dormancy: a reanalysis and review. Am. Nat. 130: 798-803.

ELLNER, S. (1987b). Alternate plant life-history strategies and coexistence in randomly varying environments. Vege. 69:199-208.

ESTRADA, A. & T. FLEMING (eds.). 1986. Frugivores and Seed Dispersal, Dr. W. Junk Pub, Dordrecht, 392 pp.

FENNER, M. 1985. Seed Ecology. Chapman & Hall, London. 151 pp.

FRANTZEN, N.M. & F. BOUMAN. 1989. Dispersal and growth form patterns of some zonal paramo vegetation types. Acta Bot. Neerl. 38:449-465.

FOX, J.F. 1981. Intermediate levels of soil disturbance maximize alpine plant diversity. Nature 293:564-565.

HAMRICK, J.L. & M.D. LOVELESS. 1986. The influence of seed dispersal mechanisms on the genetic structure of plant populations. En A. Estrada & T. Fleming (eds.), Frugivores and Seed Dispersal, Dr. W. Junk Pub, Dordrecht, pp. 211-224.

HERRERA, C. 1986. Vertebrate-dispersed plants: why they don´t behave the way they should. En A. Estrada & T. Fleming (eds.), Frugivores and Seed Dispersal, Dr. W. Junk Pub, Dordrecht, pp. 5-20.

HOFFMANN, A.J., S. TEILLER & E.R. FUENTES. 1989. Fruit and seed characteristics of woody species in mediterranean-type regions of Chile and California. Rev. Chil. Hist. Nat. 62:43-60.

HOFFMANN, A.J. & J.J. ARMESTO. 1995. Modes of seed dispersal in the mediterranean regions in Chile, California and Australia. En: Arroyo, M.T.K., P. Zedler & M. Fox (eds.), Ecology and Biogeography of Mediterranean Ecosystems in Chile, California, and Australia, Springer-Verlag, New York, pp. 289-310.

HOWE, H. & J. SMALLWOOD. 1982. Ecology of seed dispersal. Ann. Rev. Ecol. Syst. 13:201-228.

HOWE, H. & L. WESTLEY. 1997. Ecology of pollination and seed dispersal. En: Crawley, M.J. (ed.), Plant Ecology. Blackwell Science, London, pp. 262-283.

MARCHAND, P.J. & D.A. ROACH. 1980. Reproductive strategies of pioneering alpine species: seed production, dispersal and germination. Arct & Alp. Res. 12:137-146.

MACARTHUR, R. 1972. Geographical Ecology. Patterns in the Distribution of Species. Harper & Row, New York.

MCGRAW, J.B. & M.C. VAVREK. 1989. The rol of buried viable seeds in arctic and alpine plant communities. En M. Allesio Leck, V.T. Parker & RL Simpson (eds.), Ecology of Soils Seed Banks, Academic Press, San Diego, pp 91-105.

ONIPCHENKO, V.G., SEMENOVA, G. & VAN DER MAAREL, E. (1998). Population strategies in severe environments: alpine plants in the northwestern Caucasus. J. Veg. Sci. 9:27-40.

RIDLEY, H. 1930. The Dispersal of Plants Throughout The World. L. Reeve & Co., Ltd. Kent, 744 pp.

ROZZI, R., J.D. MOLINA & P. MIRANDA. 1989. Microclima y períodos de floración en laderas de exposición ecuatorial y polar en los Andes de Chile central. Rev. Chil. Hist. Nat. 62:75-84.

SANTIBÁÑEZ, F. & URIBE. 1990. Atlas Agroclimático de la V Región y Región Metropolitana. Facultad de Agronomía, Universidad de Chile.

SAVILE, D. 1972. Arctic adaptation in plants. Monogr. Can. Dep. Agri. Res. N° 6.

SQUEO, F., F. RADA, A. AZÓCAR & G. GOLDSTEIN. 1991. Freezing tolerance and avoidance in high tropical Andean plants: is it equally represented in species with different plant height? Oecol. 86: 378-382.

SQUEO, F., H. VEIT, G. ARANCIO, J.R. GUTIERREZ, M.T.K. ARROYO & N. OLIVARES. 1993. Spatial heterogeneity og high mountain vegetation in the Andean desert zone of Chile. Mt. Res. Devel. 13: 1-10.

SQUEO, F., F. RADA, C. GARCÍA, M. PONCE, A. ROJAS & A. AZÓCAR. 1996. Cold resistance mechanism in high desert Andean plants. Oecol. 105: 552-555.

VAN DER PIJL, L. 1982. Principles of Dispersal in Higher Plants. Springer-Verlag, Berlin, 214 pp.

VILLAGRÁN, C., J.J. ARMESTO & R. LEIVA. 1986. Recolonización postglacial de Chiloé insular: evidencias basadas en la distribución geográfica y los modos de dispersión de la flora. Rev. Chil. Hist. Nat. 59: 19-39.

WILLSON, M., B.L. RICE & M. WESTOBY. 1990. Seed dispersal spectra. A comparison of temperate plant communities. J. Veg. Sci. 1:547-562.

Fecha de publicación: 30.12.1999

APENDICE: Listado de especies y su síndrome de dispersión de semillas asociado en plantas encontradas en un transecto altitudinal entre los 2.100 a 3.700 m en la cuenca del río Molina, Chile central (33° S). A: Autocoría; B: Barocoría; W: Anemocoría; Z: Zoocoría; SS: Sin síndrome.

FAMILIA	ESPECIE	SINDROME
Amaryllidaceae	*Alstroemeria pallida* Graham	A
	Rhodophiala phycelloides (Herb.) Hunz.	B
Apiaceae	*Azorella madreporica* Clos	SS
	Azorella monantha Clos	SS
	Bowlesia tropaeolifolia Gill. et Hook.	Z
	Laretia acaulis (Cav.) Gill. et Hook.	SS
	Pozoa coriacea Lag.	SS
	Sanicula graveolens Poepp. ex DC.	W
Asclepiadaceae	*Cynanchum mucronatum* (Dcne.) Reiche	W
Asteraceae	*Calopappus acerosus* Meyen	W
	Chaetanthera euphrasiodes (DC.) Meigen	W
	Chaetanthera pusilla (D. Don.) Hook. et Arn.	W
	Chuquiraga oppositifolia D. Don	W
	Erigeron andicola DC.	W
	Erigeron leptopetalus Phil.	W
	Haplopappus anthyloides Meyen et Walp.	W
	Haplopappus schumannii (O.K.) Br. et Clark	W
	Hypochaeris tenuifolia (Hook et Arn.) Griseb.	W
	Leucheria congesta D. Don	W
	Mutisia sinuata Cav.	W
	Nardophyllum lanatum (Meyen) Cabrera	W
	Nassauvia aculeata (Less) Poepp. et Endl.	W
	Nassauvia lagascae (D. Don) Meigen	W
	Nassauvia pyramidalis Meyen	W
	Perezia carthamoides (D. Don) Hook. et Arn.	W
	Senecio bustillosianus J. Remy	W
	Senecio eruciformis J. Remy	W
	Senecio francisci Phil.	W
	Senecio looseri Cabrera	W
	Senecio pentaphyllus J. Remy	W
	Taraxacum officinale Weber ex F.H. Wigg.	W
Berberidaceae	*Berberis empetrifolia* Lam.	Z
Brassicaceae	*Menonvillea hookeri* Rollins	W
	Thlaspi magellanicum Comm. ex Poir.	SS
Calyceraceae	*Nastanthus caespitosus* (Phil.) Reiche	W
	Nastanthus spathulatus (Phil.) Miers.	W
Caryophyllaceae	*Arenaria rivularis* Phil.	W
	Cerastium arvense L.	SS
Chenopodiaceae	*Chenopodium* sp.	W
Convolvulaceae	*Convolvulus arvensis* L.	SS
Ephedraceae	*Ephedra chilensis* K. Presl.	W
Euphorbiaceae	*Euphorbia collina* Phil.	SS
Fabaceae	*Adesmia capitellata* (Clos) Hauman	SS
	Adesmia exilis Clos	SS
	Adesmia montana Phil.	SS
	Adesmia mucronata Hook. et Arn.	SS
	Adesmia sp.	SS
	Anarthrophyllum cumingii (Hook. et Arn.) F. Phil.	B
	Anarthrophyllum gayanum (A. Gray) Jacks.	SS
	Astragalus curvicaulis (Clos) Reiche	SS
	Lathyrus subandinus Phil.	SS
	Vicia sp.	SS

Hydrophyllaceae	*Phacelia secunda* J.F. Gmel.	SS
Iridaceae	*Olsynium junceum* (E. Mey ex K. Presl.) Goldblatt	SS
	Olsynium philippii (Klatt.) Goldblatt	SS
	Solenomelus segethii (Phil.) Kuntze	SS
Juncaceae	*Juncus* sp.	SS
	Luzula racemosa Desv.	B
Labiatae	*Stachys albicaulis* Lindl.	SS
Liliaceae	*Nothoscordum andinum* (Poepp.) Fuentes	B
	Tristagma bivalve (Lindl.) Traub	SS
Loasaceae	*Loasa caespitosa* Phil.	SS
Malvaceae	*Nototriche compacta* (A.Gray) A.W. Hill	SS
Onagraceae	*Gayophytum humile* A. Juss.	SS
Oxalidaceae	*Oxalis compacta* Gillies et Hook	A
	Oxalis squamata Zucc.	A
Plantaginaceae	*Plantago barbata* G. Forster	SS
	Plantago uniglumis Wallr. ex Walp.	SS
Poaceae	*Bromus catharticus* Vahl.	W
	Bromus setifolius J. Presl.	W
	Festuca magellanica Lam.	W
	Hordeum comosum J. Presl.	W
	Phleum alpinum L.	W
	Poa holciformis J. Presl.	W
	Poa sp.	W
	Rytidosperma virescens (E. Desv.) Nicora	W
	Stipa crysophylla E. Desv.	W
	Stipa pogonathera E. Desv.	W
Polemoniaceae	*Collomia biflora* (Ruiz et Pavón) Brand	Z
	Microsteris gracilis (Hook) Greene.	Z
Polygalaceae	*Polygala gnidioides* Willd.	SS
Polygonaceae	*Polygonum aviculare* L.	W
Portulacaceae	*Calandrinia andicola* Gillies ex Hook. et Arn.	SS
	Calandrinia caespitosa Gill. ex Arn.	SS
	Calandrinia cistiflora Gill. ex Arn.	SS
	Montiopsis potentilloides (Barneoud) D.I. Ford	SS
	Montiopsis sericea (Hook. et Arn.) D.I. Ford	SS
	Montiopsis umbellata (Phil.) D.I. Ford	SS
Ranunculaceae	*Barneoudia chilensis* Gay	W
	Barneoudia major Phil.	W
Rhamnaceae	*Discaria nana* (Clos) V. et H. ex Weberb	A
Rosaceae	*Acaena alpina* Poepp. ex Walp.	Z
	Acaena pinnatifida Ruiz et Pavón	Z
	Acaena splendens Hook. et Arn.	Z
Rubiaceae	*Galium eriocarpum* Bartl. ex DC.	Z
Santalaceae	*Quinchamalium chilense* Mol.	W
	Quinchamalium parviflorum Phil.	W
Scrophulariaceae	*Calceolaria biflora* Lam.	SS
	Calceolaria purpurea Graham	SS
	Melosperma andicola Benth.	SS
Violaceae	*Viola atropurpurea* Leyb.	A
	Viola philippii Leyb.	A

Gayana Bot. 56(2):125-135, 1999 ISSN 0016-5301

CATALOGO DE LA FLORA VASCULAR DEL MONUMENTO NATURAL CONTULMO, CHILE

CATALOGUE OF THE VASCULAR FLORA OF THE NATURAL MONUMENT CONTULMO, CHILE

Carlos M. Baeza[1], Clodomiro Marticorena[1] y Roberto Rodríguez[1]

RESUMEN

El Monumento Natural Contulmo es un área protegida por la SNASPE, y se ubica en una de las estribaciones de la Cordillera de Nahuelbuta. Su flora es muy interesante porque representa un relictus del bosque valdiviano húmedo situado más al sur. Se consideró como área de estudio los 37°59'-38°01'S y los 73°15'-73°05'W, la cual incluye el Monumento Natural Contulmo y un área aledaña. Se documenta la presencia de 288 especies de plantas vasculares, incluyendo 26 Pteridophyta, 1 Pinophyta, 203 Dicotyledoneae y 58 Monocotyledoneae. Del total de especies, 25,3% son endémicas, 57,6% nativas y 17,0% adventicias. Las familias mejor representadas son: Compositae, Scrophulariaceae, Myrtaceae y Gramineae.

PALABRAS CLAVES: Contulmo, flora, conservación.

ABSTRACT

Monumento Natural Contulmo comprises part of the Chilean national parks and reserves system, and is located in the seaward foothills of the Cordillera Nahuelbuta. The flora of this reserve is of considerable interest as it represents an outlier of the Valdivian rain forest which is typical of more southerly latitudes. This note reports a floral list for the reserve and its environs (37°59'-38°01'S and 73°05'-73°15'W). Herein are documented 288 species of vascular plants, including 26 Pteridophyta, 1 Pinophyta, 203 Dicotyledoneae, and 58 Monocotyledoneae. Of these, 25.3% are endemic, 57.6% native, and 17% introduced. The most frequently represented families were Compositae, Scrophulariaceae, Myrtaceae and Gramineae.

KEYWORDS: Contulmo, flora, conservation.

INTRODUCCION

El Monumento Natural Contulmo se encuentra ubicado en el límite entre las provincias de Arauco y Malleco y comunas de Contulmo y Purén. Administrativamente depende de la IX Región. Tiene una superficie de 82 ha. Los suelos del área corresponden a la serie Nahuelbuta, es decir, suelos inmaduros, de buen drenaje y texturas moderadamente finas muy susceptibles de ser erosionados (Fuenzalida Ponce, 1965). La zona se caracteriza por presentar un clima templado-húmedo sin meses secos. La influencia del mar y de la Cordillera de Nahuelbuta determinan abundantes precipitaciones del orden de los 2000 mm anuales, concentradas entre abril y septiembre (Fuenzalida Villegas, 1965; Hajek & Di Castri, 1975; Schulmeyer, 1978). El área se encuentra ubicada en una de las estribaciones del cordón montañoso de la Cordillera de Nahuelbuta y posee una topografía que se caracteriza por fuertes pendientes. El material parental está formado básicamente por rocas metamórficas micáseas (Hervé *et al.*, 1976). La presencia de abundante vegetación y la topografía escarpada hacen posible la existencia de numerosos esteros, constituyendo una red de drenaje en forma paralela que con dirección norte-sur evacuan sus aguas en el estero Medina que cursa paralelamente al camino público en la parte baja del área. Esta exuberante vegetación presenta múltiples posibilidades de proporcionar educación ambiental y recreación en un entorno natural de características notables. El paisaje, donde predominan enormes árboles como ulmos, robles, coigües, tineos y otros mayores de 30 m de altura, además de la flora arbustiva y herbácea, constituye una muestra del bosque húmedo valdiviano de un inapreciable valor ecológico, esto último tanto por la

[1] Departamento de Botánica, Casilla 160-C, Universidad de Concepción, Chile

variedad de especies vegetales nativas como por albergar una fauna asociada característica de estos ambientes. Con el objeto de otorgar facilidades para la recreación, se han habilitado áreas de picnic y se han construido senderos recreativos que permiten al visitante recorrer la unidad y conocer sus recursos. El Monumento Natural Contulmo constituye un relicto del bosque valdiviano húmedo, el cual tuvo una distribución mucho mayor en el pasado. Florísticamente corresponde al bosque de tipo laurifolio valdiviano (Gajardo, 1994) donde predominan en el estrato arbóreo ulmos, lingues, avellanos, robles, coigües, canelos, tepas, tineos, avellanillos, laureles, olivillos y ciruelillos. En el estrato medio encontramos lumas, arrayanes, pitras, tiacas y otras. En el sotobosque se encuentran especies de corcolenes, taiques, además de numerosas enredaderas como el copihue, voqui, coguil y la quilaneja. Un aspecto muy interesante desde el punto de vista vegetacional es la presencia de una gran diversidad de helechos, donde abunda la palmilla, costilla de vaca, palito negro, helechos película y el ampe.

A pesar que existe información acerca de la biodiversidad del área protegida, sobre todo la diversidad faunística, ésta se encuentra muy dispersa, y muchas veces sólo al alcance de determinadas personas o instituciones. Respecto a la diversidad vegetal, la información disponible es mínima, existiendo únicamente un trabajo acerca de los pteridófitos presentes en el sector (Rodríguez & Baeza, 1991). Este catálogo revierte esta situación, ya que se entrega la flora total de esta área protegida, indicándose además el status biogeográfico de cada especie y su forma de vida.

AREA DE ESTUDIO

El área de estudio considerada en este trabajo incluye los 37°59'-38°01'S y los 73°15'-73°05'W. Esto significa un área mayor que la del Monumento Natural Contulmo, para tener certeza de que esta superficie incluye la totalidad de las plantas que crecen en este sector protegido por la SNASPE.

RESULTADOS

El siguiente cuadro resume la estadística de la flora vascular del área en estudio (Fig. 1).

Fig. 1: Resumen de la flora vascular del área en estudio.
Fig. 1: Summary of the vascular flora of the area.

	Pteri.	Pinoph.	Dicot.	Monoc.	Total	%
E	2	1	52	18	73	25,3
N	24	-	112	30	166	57,6
A	-	-	39	10	49	17,0
Total	26	1	203	58	288	100

E= endémica de Chile N= nativa A=adventicia

CONCLUSIONES

El área en estudio presenta un número total de 73 especies endémicas (25,3%), 166 especies nativas (57,6%) y 49 especies adventicias (17,0%). Las familias más numerosas son Compositae, Scrophulariaceae, Myrtaceae y Gramineae. A pesar del reducido tamaño del Monumento Natural Contulmo, en esta área se concentran las especies más representativas de esta vertiente de la Cordillera de Nahuelbuta, situación que confirma su importancia como área protegida por la SNASPE.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias al financiamiento del proyecto de investigación N° 97.111.017-0 de la Direccion de Investigación de la Universidad de Concepción y del proyecto Flora de Chile.

LITERATURA CITADA

Fuenzalida Ponce, H. 1965. Orografía, en Geografía Económica de Chile. Texto refundido. CORFO. Santiago. Pp. 199-151.

Fuenzalida Villegas, H. 1965. Clima, en Geografía Económica de Chile. Texto refundido. CORFO. Santiago. Pp. 7-33.

Gajardo, R. 1994. La vegetación natural de Chile. Clasificación y distribución geográfica. Santiago. 165 pp.

Hajek, E. & F. Di Castri. 1975. Bioclimatología de Chile. Univ. Católica Chile. Santiago. 214 pp.

Hervé, F., F. Munizaga, M. Mantovani & M. Hervé. 1976. Edades Rb/Sr neopaleozoicas del basamento cristalino de la Cordillera de Nahuelbuta. Act. 1[er] Congr. Geol. Chil. II: 19-26.

Schulmeyer, D. 1978. Observaciones fitogeográficas sobre la Cordillera de Nahuelbuta. Bol. Inform. II Trim. Inst. Geográfico Militar, Santiago de Chile: 11-27.

Rodríguez, R. & M. Baeza. 1991. Pteridófitos de las áreas silvestres protegidas de Nahuelbuta y Contulmo, Chile. Bol. Soc. Biol. Concepción 62: 147-177.

FLORA DEL MONUMENTO NATURAL CONTULMO

Col. 1, Status: E= endémica, N= nativa, A= adventicia

Col. 2, Forma de vida: A= anual, B= bienal, H= hierba perenne, S= subarbusto, F= arbusto, T= árbol, ?= sin información

PTERIDOPHYTA

		ADIANTACEAE
N	H	*Adiantum chilense* Kaulf. var. *chilense*
		ASPLENIACEAE
N	H	*Asplenium dareoides* Desv.
		BLECHNACEAE
E	H	*Blechnum blechnoides* Keyserl.
N	H	*Blechnum cordatum* (Desv.) Hieron.
N	H	*Blechnum hastatum* Kaulf.
N	H	*Blechnum magellanicum* (Desv.) Mett.
N	H	*Blechnum mochaenum* G.Kunkel var. *mochaenum*
		DENNSTAEDTIACEAE
N	H	*Hypolepis poeppigii* (Kunze) R.A.Rodr.
		DICKSONIACEAE
N	HF	*Lophosoria quadripinnata* (J.F.Gmel.) C.Chr.
		DRYOPTERIDACEAE
N	H	*Megalastrum spectabile* (Kaulf.) A.R.Sm. et R.C.Moran var. *spectabile*
N	H	*Megalastrum spectabile* (Kaulf.) A.R.Sm. et R.C.Moran var. *philippianum* (C.Chr.) A.R.Sm. et R.C.Moran
N	H	*Polystichum chilense* (Christ) Diels var. *chilense*
		EQUISETACEAE
N	H	*Equisetum bogotense* Kunth
		GLEICHENIACEAE
N	H	*Gleichenia squamulosa* (Desv.) T.Moore var. *squamulosa*
		GRAMMITIDACEAE
N	H	*Grammitis magellanica* Desv.
		HYMENOPHYLLACEAE
E	H	*Hymenoglossum cruentum* (Cav.) K.Presl
N	H	*Hymenophyllum dentatum* Cav.
N	H	*Hymenophyllum krauseanum* Phil.
N	H	*Hymenophyllum pectinatum* Cav.
N	H	*Hymenophyllum plicatum* Kaulf.
N	H	*Hymenophyllum seselifolium* K.Presl
N	H	*Hymenophyllum tunbridgense* (L.) Sm. var. *asperulum* (Kunze) Diem et J.S.Licht.
		LYCOPODIACEAE
N	H	*Lycopodium paniculatum* Desv. ex Poir.
		POLYPODIACEAE
N	H	*Pleopeltis macrocarpa* (Bory ex Willd.) Kaulf.
N	H	*Polypodium feuillei* Bertero

		PTERIDACEAE
N	H	*Pteris semiadnata* Phil.
		PINOPHYTA
		PODOCARPACEAE
E	T	*Podocarpus saligna* D.Don
		DICOTYLEDONEAE
		ACANTHACEAE
N	H	*Stenandrium dulce* (Cav.) Nees
		AMARANTHACEAE
A	AH	*Amaranthus deflexus* L.
		ANACARDIACEAE
E	T	*Lithraea caustica* (Molina) Hook. et Arn.
		APOCYNACEAE
N	F	*Elytropus chilensis* (A.DC.) Müll.Arg.
		ARALIACEAE
N	T	*Pseudopanax laetevirens* (Gay) Franchet
		BERBERIDACEAE
E	F	*Berberis actinacantha* Mart.
		BIGNONIACEAE
N	F	*Campsidium valdivianum* (Phil.) Skottsb.
		BORAGINACEAE
A	A	*Borago officinalis* L.
A	B	*Cynoglossum creticum* Mill.
A	H	*Cynoglossum limense* Willd.
N	A	*Plagiobothrys corymbosus* (Ruiz et Pav.) I.M.Johnst.
		BUDDLEJACEAE
N	T	*Buddleja globosa* Hope
		CAESALPINIACEAE
E	F	*Senna stipulacea* (Aiton) H.S.Irwin et Barneby var. *stipulacea*
		CALLITRICHACEAE
N	A	*Callitriche palustris* L.
N	A	*Callitriche terrestris* Raf. subsp. *turfosa* (Bertero ex Hegelm.) Bacigalupo
		CAMPANULACEAE
E	H	*Lobelia tupa* L.
N	H	*Wahlenbergia linarioides* (Lam.) A.DC.
		CAPRIFOLIACEAE
A	FT	*Sambucus nigra* L.
		CARYOPHYLLACEAE
A	H	*Lychnis coronaria* (L.) Desr.
A	A	*Silene gallica* L.
A	AH	*Spergularia rubra* (L.) J. Presl et K.Presl
N	H	*Stellaria arvalis* Fenzl ex F.Phil.

COMPOSITAE

E	FT	*Acrisione cymosa* (J.Remy) B.Nord.
E	FT	*Acrisione denticulata* (Hook. et Arn.) B.Nord.
A	A	*Anthemis cotula* L.
N	H	*Aster vahlii* (Gaudich.) Hook. et Arn. var. *vahlii*
N	H	*Baccharis obovata* Hook. et Arn. subsp. *obovata*
N	F	*Baccharis racemosa* (Ruiz et Pav.) DC.
N	S	*Baccharis sagittalis* (Less.) DC.
N	H	*Centipeda elatinoides* (Less.) Benth. et Hook.f. ex O.Hoffm.
N	H	*Chaetanthera elegans* Phil. var. *elegans*
N	H	*Chevreulia sarmentosa* (Pers.) S.F.Blake
A	AB	*Cichorium intybus* L.
N	BH	*Conyza primulifolia* (Lam.) Cuatrec. et Lourteig
A	H	*Cotula coronopifolia* L.
N	T	*Dasyphyllum diacanthoides* (Less.) Cabrera
N	A	*Gnaphalium aldunateoides* J.Remy
N	AB	*Gnaphalium cheiranthifolium* Lam.
A	H	*Hypochaeris radicata* L.
E	F	*Leptocarpha rivularis* DC.
A	A	*Logfia gallica* (L.) Coss. et Germ.
N	S	*Mutisia spinosa* Ruiz et Pav. var. *spinosa*
E	F	*Podanthus ovatifolius* Lag.
A	H	*Senecio aquaticus* Hill subsp. *barbareifolius* (Wimm. et Grab.) Walters
N	S	*Senecio chilensis* Less.
N	H	*Senecio fistulosus* Poepp. ex Less.
N	H	*Senecio otites* Kunze ex DC.
A	A	*Senecio sylvaticus* L.
N	H	*Solidago chilensis* Meyen
A	AB	*Sonchus asper* (L.) Hill.
A	H	*Tanacetum vulgare* L.

CONVOLVULACEAE

A	H	*Calystegia sepium* (L.) R.Br. subsp. *americana* (Sims) Brummitt

CORIARIACEAE

N	F	*Coriaria ruscifolia* L.

CRUCIFERAE

A	A	*Brassica rapa* L.
N	H	*Cardamine tenuirostris* Hook. et Arn. subsp. *tenuirostris*

CUNONIACEAE

N	T	*Caldcluvia paniculata* (Cav.) D.Don
N	T	*Weinmannia trichosperma* Cav.

CUSCUTACEAE

N	AH?	*Cuscuta suaveolens* Ser.

DESFONTAINIACEAE

N	F	*Desfontainia spinosa* Ruiz et Pav.

ELAEOCARPACEAE

N	T	*Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz

EREMOLEPIDACEAE

E	S	*Antidaphne punctulata* (Clos) Kuijt

ERICACEAE

N	F	*Gaultheria insana* (Molina) D.J.Middleton
N	F	*Gaultheria phyllyreifolia* (Pers.) Sleumer

		ESCALLONIACEAE
N	F	*Escallonia leucantha* J.Remy
E	T	*Escallonia pulverulenta* (Ruiz et Pav.) Pers. var. *pulverulenta*
N	F	*Escallonia rubra* (Ruiz et Pav.) Pers. var. *rubra*
		EUCRYPHIACEAE
N	T	*Eucryphia cordifolia* Cav.
		EUPHORBIACEAE
E	H	*Chiropetalum tricuspidata* (Dombey ex Lam.) A.Juss.
N	?	*Euphorbia collina* Phil. var. *andina* (Phil.) Subils
A	H	*Euphorbia lathyris* L.
		FAGACEAE
N	T	*Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Oerst.
N	T	*Nothofagus nervosa* (Phil.) Dimitri et Milano
N	T	*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. var. *obliqua*
		FLACOURTIACEAE
E	T	*Azara integrifolia* Ruiz et Pav.
N	F	*Azara lanceolata* Hook.f
E	F	*Berberidopsis corallina* Hook.f
		FRANCOACEAE
E	H	*Francoa appendiculata* Cav.
		GENTIANACEAE
N	H	*Centaurium cachanlahuen* (Molina) B.L.Rob.
N	A	*Cicendia quadrangularis* (Dombey ex Lam.) Griseb.
		GERANIACEAE
A	A	*Geranium dissectum* L.
		GESNERIACEAE
N	S	*Asteranthera ovata* (Cav.) Hanst.
N	F	*Mitraria coccinea* Cav.
E	S	*Sarmienta scandens* (J.D. Brandis) Pers.
		GUNNERACEAE
N	H	*Gunnera tinctoria* (Molina) Mirb.
		HYDRANGEACEAE
N	F	*Hydrangea serratifolia* (Hook. et Arn.) F.Phil.
		HYPERICACEAE
E	AB	Hypericum caespitosum Cham. et Schltdl.
		LABIATAE
A	H	*Prunella vulgaris* L.
N	S	*Satureja multiflora* (Ruiz et Pav.) Briq.
N	H	*Scutellaria racemosa* Pers.
E	F	*Sphacele chamaedryoides* (Balbis) Briq.
E	H	*Stachys ochroleuca* Phil.
E	F	*Teucrium bicolor* Sm.
		LARDIZABALACEAE
N	F	*Boquila trifoliolata* (DC.) Decne.
		LAURACEAE
N	T	*Persea lingue* Nees

		LINACEAE
N	H	*Cliococca selaginoides* (Lam.) C.M.Rogers et Mildner
E	H	*Linum chamissonis* Schiede
		LOASACEAE
N	H	*Loasa acanthifolia* Desr.
N	H	*Loasa acerifolia* Dombey ex Juss.
		LYTHRACEAE
A	A	*Lythrum hyssopifolium* L.
		MALVACEAE
E	FT	*Corynabutilon vitifolium* (Cav.) Kearney
		MISODENDRACEAE
N	S	*Misodendrum linearifolium* DC.
N	S	*Misodendrum oblongifolium* DC.
		MONIMIACEAE
E	T	*Laurelia sempervirens* (Ruiz et Pav.) Tul.
N	T	*Laureliopsis philippianna* (Looser) Schodde
E	T	*Peumus boldus* Molina
		MYRTACEAE
N	T	*Amomyrtus luma* (Molina) D.Legrand et Kausel
E	T	*Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. et Arn.) Niedenzu
N	T	*Luma apiculata* (DC.) Burret
E	T	*Luma chequen* (Molina) A.Gray
E	T	*Myrceugenia exsucca* (DC.) O.Berg
E	F	*Myrceugenia leptospermoides* (DC.) Kausel
E	T	*Myrceugenia parvifolia* (DC.) Kausel
N	T	*Myrceugenia planipes* (Hook. et Arn.) O.Berg
N	F	*Ugni molinae* Turcz.
		ONAGRACEAE
E	A	*Clarkia tenella* (Cav.) F.H.Lewis et M.R.Lewis
N	H	*Epilobium ciliatum* Raf. subsp. *ciliatum*
N	H	*Epilobium puberulum* Hook. et Arn.
N	H	*Ludwigia hexapetala* (Hook. et Arn.) Zardini, H.Gu et P.H.Raven
N	H	*Ludwigia peploides* (Kunth) P.H.Raven subsp. *montevidensis* (Spreng.) P.H.Raven
		OXALIDACEAE
N	?	Oxalis aureoflava Steud.
N	H	Oxalis gyrorhiza Bertero ex Colla
N	A	Oxalis micrantha Bertero ex Colla
E	A	Oxalis rosea Jacq.
		PAPILIONACEAE
E	H	*Adesmia longiseta* DC.
N	H	*Lathyrus cabrerianus* Burkart
A	H	*Lotus uliginosus* Schkuhr
A	F	*Lupinus arboreus* Sims
E	T	*Sophora macrocarpa* Sm.
N	T	*Sophora microphylla* Aiton
A	AH	*Vicia benghalensis* L.
		PHYTOLACCACEAE
E	F	*Ercilla volubilis* A.Juss.
N	H	*Phytolacca bogotensis* Kunth

		PLANTAGINACEAE
N	H	*Plantago australis* Lam. subsp. *cumingiana* (Fisch. et C.A.Mey.) Rahn
E	H	*Plantago truncata* Scham. Et Schltdl.
		POLYGALACEAE
E	H	*Polygala gnidioides* Willd.
		POLYGONACEAE
N	F	*Muehlenbeckia hastulata* (Sm.) I.M.Johnst. var. *fascicularis* (Meisn.) Brandbyge
A	H	*Polygonum hydropiperoides* Michx.
		PORTULACACEAE
N	A	*Calandrinia ciliata* (Ruiz et Pav.) DC.
E	A	*Calandrinia compressa* Schrad. ex DC.
N	A	*Montia fontana* L.
A	A	*Potulaca oleracea* L.
		PRIMULACEAE
N	H	*Anagallis alternifolia* Cav. var. *alternifolia*
A	A	*Anagallis arvensis* L.
		PROTEACEAE
N	T	*Embothrium coccineum* J.R.Forst. et G.Forst.
N	T	*Gevuina avellana* Molina
N	T	*Lomatia dentata* (Ruiz et Pav.) R.Br.
N	T	*Lomatia hirsuta* (Lam.) Diels ex J.F.Macbr.
		RANUNCULACEAE
N	A	*Ranunculus bonariensis* Poir. var. *trisepalus* (Gillies ex Hook. et Arn.) Lourteig
N	H	*Ranunculus minutiflorus* Bertero ex Phil.
A	H	*Ranunculus repens* L.
		RHAMNACEAE
N	F	*Discarya chacaye* (G.Don) Tortosa
E	F	*Retanilla ephedra* (Vent.) Brongn.
E	F	*Rhamnus diffusus* Clos
		ROSACEAE
N	S	*Acaena argentea* Ruiz et Pav.
N	H	*Acaena ovalifolia* Ruiz et Pav.
N	H	*Fragaria chiloensis* (L.) Duchesne
A	H	*Potentilla anserina* L.
A	F	*Rosa rubiginosa* L.
		RUBIACEAE
E	H	*Galium araucanum* Phil.
N	H	*Galium hypocarpium* (L.) Endl. ex Griseb.
N	H	*Galium magellanicum* Hook.f.
N	H	*Hedyotis salzmannii* (DC.) Steud.
N	H	*Nertera granadensis* (Mutis ex L.f.) Druce
A	A	*Sherardia arvensis* L.
		RUTACEAE
A	F	*Ruta chalepensis* L.
		SANTALACEAE
N	F	*Myoschilos oblongum* Ruiz et Pav.
N	H	*Quinchamalium chilense* Molina

		SAXIFRAGACEAE
N	F	*Ribes punctatum* Ruiz et Pav.
		SCROPHULARIACEAE
E	HS	*Calceolaria corymbosa* Ruiz et Pav.
E	?	*Calceolaria crassifolia* Phil.
N	SF	*Calceolaria dentata* Ruiz et Pav. var. *dentata*
N	S	*Calceolaria integrifolia* L.
A	H	*Digitalis purpurea* L.
N	H	*Gratiola peruviana* L. var. *peruviana*
E	SF	*Jovellana punctata* Ruiz et Pav.
E	SF	*Jovellana violacea* (Cav.) G.Don
A	AB	*Linaria texana* Scheele
E	A	*Mimulus bridgesii* (Benth.) Clos
E	H	*Mimulus crinitus* A.L.Grant
N	AH	*Mimulus luteus* L. var. *luteus*
A	B	*Verbascum thapsus* L.
A	H	*Veronica serpyllifolia* L.
		SOLANACEAE
N	H	*Nierembergia repens* Ruiz et Pav.
N	?	*Solanum brevidens* Phil.
N	F	*Solanum crispum* Ruiz et Pav.
E	H	*Solanum cyrtopodium* Dunal
N	A	*Solanum furcatum* Dunal ex Poir.
		UMBELLIFERAE
A	AB	*Conium maculatum* L.
E	?	*Eryngium humifusum* Clos
N	H	*Hydrocotyle chamaemorus* Cham. et Schltdl.
E	H	*Hydrocotyle poeppigii* DC.
N	H	*Osmorhiza berteroi* DC.
		URTICACEAE
E	F	*Pilea elegans* Gay
E	F	*Pilea elliptica* Hook.f.
N	H	*Urtica magellanica* Juss. ex Poir.
		VALERIANACEAE
N	H	*Valeriana laxiflora* DC.
N	A	*Valeriana virescens* Clos
		VERBENACEAE
N	T	*Rhaphithamnus spinosus* (Juss.) Moldenke
N	?	*Verbena corymbosa* Ruiz et Pav.
		VIOLACEAE
E	S	*Viola capillaris* Pers.
N	H	*Viola huidobrii* Gay
E	H	*Viola rubella* Cav.
		WINTERACEAE
N	T	*Drimys winteri* J.R.Forst. et G.Forst. var. *chilensis* (DC.) A.Gray
		MONOCOTYLEDONEAE
		ALISMATACEAE
E	H	*Sagittaria montevidensis* Cham. et Schltdl. subsp. *chilensis* (Cham. et Schltdl.) Bogin

AMARYLLIDACEAE

E	H	*Alstroemeria ligtu* L. subsp. ligtu
E	H	*Bomarea salsilla* (L.) Herb.

BROMELIACEAE

E	H	*Fascicularia bicolor* (Ruiz et Pav.) Mez
E	H	*Greigia landbeckii* (Lechler ex Phil.) Phil. ex F.Phil.
E	H	*Greigia sphacelata* (Ruiz et Pav.) Regel
N	H	*Tillandsia usneoides* (L.) L.

CYPERACEAE

E	H	*Carex bracteosa* Kunze ex Kunth
E	H	*Cyperus rigens* J. Presl et K. Presl
N	H	*Cyperus xanthostachyus* Steud.
N	H	*Eleocharis pachycarpa* E.Desv.
N	H	*Scirpus inundatus* (R.Br.) Poir.
N	H	*Uncinia erinacea* (Cav.) Pers.
E	H	*Uncinia multifaria* Nees ex Boott var. *multifaria*
N	H	*Uncinia phleoides* (Cav.) Pers. var. *phleoides*

DIOSCOREACEAE

E	H	*Dioscorea auriculata* Poepp.

GRAMINEAE

A	H	*Agrostis scabra* Willd.
E	H	*Agrostis umbellata* Colla
N	H	*Alopecurus magellanicus* Lam. var. *magellanicus*
A	H	*Arrhenatherum elatius* (L.) P.Beauv. ex J.Presl subsp. *elatius*
A	H	*Bothriochloa laguroides* (DC.) Herter
A	A	*Briza maxima* L.
A	A	*Bromus secalinus* L.
N	H	*Chascolytrum subaristatum* (Lam.) Desv.
E	F	*Chusquea parviflora* Phil.
N	F	*Chusquea quila* Kunth
E	H	*Danthonia malacantha* (Steud.) Pilger
N	H	*Eragrostis polytricha* Nees
A	A	*Gastridium ventricosum* (Gouan) Schinz et Thell.
N	H	*Hierochloe utriculata* (Ruiz et Pav.) Kunth
A	A	*Holcus lanatus* L.
A	H	*Hordeum murinum* L.
N	H	*Imperata condensata* Steud.
A	A	*Lolium temulentum* L.
E	H	*Melica commersonii* Nees ex Steud.
N	H	*Nassella filiculmis* (Delile) Barkworth
N	H	*Nassella poeppigiana* (Trin. et Rupr.) Barkworth
N	H	*Panicum sabulorum* Lam
N	H	*Paspalum dasypleurum* Kunze ex E.Desv.
N	H	*Piptochaetium montevidense* (Spreng.) Parodi
N	H	*Polypogon australis* Brongn.
A	A	*Vulpia bromoides* (L.) Gray

IRIDACEAE

N	H	*Herbertia lahue* (Molina) Goldblatt
N	H	*Libertia chilensis* (Molina) Gunckel
E	H	*Libertia tricocca* Phil.
N	H	*Sisyrinchium arenarium* Poepp.
N	H	*Sisyrinchium chilense* Hook.
N	H	*Sisyrinchium patagonicum* Phil. ex Baker

JUNCACEAE

N	H	*Juncus capillaceus* Lam.
N	H	*Juncus pallescens* Lam.
N	H	*Juncus procerus* E.Mey.

LILIACEAE

N	H	*Nothoscordum gramineum* (Sims) Beauverd

ORCHIDACEAE

N	H	*Chloraea virescens* (Willd.) Lindl.
N	H	*Gavilea araucana* (Phil.) M.N.Correa

PHILESIACEAE

E	F	*Lapageria rosea* Ruiz et Pav.
E	S	*Luzuriaga polyphylla* (Hook.) J.F.Macbr.
N	S	*Luzuriaga radicans* Ruiz et Pav.

TECOPHILAEACEAE

E	H	*Conanthera bifolia* Ruiz et Pav.

Fecha de publicación: 30.12.1999

Gayana Bot. 56(2): 137-139, 1999. Comunicaciones breves. ISSN 0016-5301

PARIETARIA JUDAICA L. (URTICACEAE), NUEVO REGISTRO PARA LA FLORA ADVENA DE CHILE

PARIETARIA JUDAICA *L. (URTICACEAE), NEW RECORD OF THE ADVENTITIOUS FLORA OF CHILE*

This article reports the presence of *Parietaria judaica* L. as a new alien species in Chile. *P. judaica*, native to Europe, Asia and the Mediterranean basin, was found growing wild in two regions of Central Chile, the Metropolitan Region, and the Region of Valparaíso.

Gloria Rojas V.[*]

[*] Museo Nacional de Historia Natural, Depto. de Botánica. Tel. 56 -2-6814095. Fax: 56-2-6817182. E-mail: grojas@mnhn.cl

El conocimiento de las malezas que acompañan al hombre en su diario vivir es necesario, debido a que muchas de éstas presentan características nocivas. La propiedad más común de las malezas es que son invasoras de sitios destinados para otros usos y en otros casos tienen propiedades perjudiciales tanto para el hombre como para los animales (Matthei, 1995). Esta comunicación tiene como objetivo dar a conocer la presencia en Chile de *Parietaria judaica* L., especie que no había sido citada para nuestro país anteriormente.

Parietaria judaica L., Fl. Palaest.: 32. 1756.

Figs: 1a-d.

Hierba perenne, de base leñosa (cuando tiene más de un año), ascendente o procumbente. Tallos hasta de 2,5 m en matas que cuelgan de los muros, muy ramosos, pubescentes. Hojas 1-7 x 0,5-3 cm, aovado-lanceoladas u oblongo-lanceoladas, agudas, cuneadas en la base, pubescentes o glabrescentes, pecioladas de 0,5-2,5 cm de largo. Flores en fascículos, con un número variable de flores; brácteas 1,5 mm, aovado-lanceoladas o elípticas, más o menos soldadas en la base, pubescentes. Flores hermafroditas numerosas, con perianto generalmente tubular, acrescente, de hasta 3-3,5 mm, en la fructificación, con indumento de pelos delgados, a veces uncinados; las femeninas, escasas, con perianto de 2-2,5 mm, lóbulos lanceolados, agudos, conniventes y densamente pubescentes. Aquenios de 1-1,3 mm, ovoideos, negros, brillantes. El polen: grano lalongado de 14,3-17,7x11,4-13,11µm, triporado: poros equidistantes entre sí, de menos de 2µm de diámetro. Exina delgada, menor de 1µm. (Fig. 1d). El polen de *Parietaria* (alergénico) es confundible con *Urtica*.

MATERIAL ESTUDIADO

Chile. V Región: Prov. Petorca, Papudo, en jardinera de la costanera de la playa. 11-II-1998, ROJAS (SGO 142626); Prov. Valparaíso, Quintero, en jardinera apegada a la acera de Calle Carrera a 50 m de la playa el Durazno. 9-II-1998, ROJAS (SGO 142623); Quintero, Calle Francia a 50 m de Calle Carrera 15-II-1998 ROJAS (SGO 142624); Valparaíso en orilla en Costanera II-1997, ROJAS (SGO 142625); Valparaíso, paseo Gervansoni y Atkinsons 5-III-1998, MUÑOZ 3896 (SGO 142773); Valparaíso, subiendo Cerro Bellavista, ROJAS (SGO 142777); Valparaíso, en Cerro Barón, frente a iglesia San Francisco 1-III-1998, HEBEL (SGO 142779); Valparaíso, Cerro Alegre en muro de Mirador 3-IV-1998, ROJAS (SGO 142774); Valparaíso, Calle Aldunate 3-IV-1998,

ROJAS (SGO 142775); Viña del Mar, calle Traslaviña, en grieta de acera, 3-IV-1998, ROJAS (SGO142776); Viña del Mar en orilla de muro en costanera, ROJAS (SGO 142627); Región Metropolitana, Prov. Santiago, Santiago, Carlos Antúnez esquina Suecia, orilla de jardín, 13-IV-1998, MUÑOZ (SGO 142778); Santiago. Cementerio General, en muros de mausoleos, 12-V-1998, MUÑOZ (SGO 143172); Santiago. Cementerio General, en intersticios de muro, 13-V-1998, ROJAS (SGO 143171).

Esta especie sólo ha sido observada en las áreas urbanas de la V Región y en la ciudad de Santiago de la Región Metropolitana, donde tapiza los espacios libres de edificación en laderas de cerros afirmados con paredes de concreto, utilizando las grietas disponibles, muros asoleados, grietas de las murallas de los mausoleos de cementerios, etc. Moreno (1987) señala a esta planta con distribución general en Europa, Asia, Norte de Africa y Maraconesia. Paiva (1993) agrega que ha sido introducida en el Norte de América, Península Ibérica e Islas Baleares.

Los especímenes recolectados pasaron a formar parte de la colección de plantas urbanas del Herbario del Museo Nacional de Historia Natural (SGO) y se dejó duplicados en el Herbario de la Universidad de Concepción (CONC).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dr. Roberto Rodríguez R. del Departamento de Botánica de la Universidad de Concepción por sus valiosos comentarios y su constante interés en guiarme en este trabajo, a Ing. Agr. Mélica Muñoz por ayudarme a colectar esta planta y revisar gentilmente este artículo, a Ing. Agr. Ingrid Hebel por traerme un ejemplar que le encargué de Cerro Barón y a la Srta. Isabel Espinoza por realizar el montaje de los especímenes y hacer la acetólisis para la descripción del polen. Este estudio ha sido financiado por el Proyecto FONDECYT N°1960005.

BIBLIOGRAFIA

Linnaeus. 1756. Flora Palaestina Upsala. pp. 32.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Alfabeta Impresores. Santiago, Chile. 545 pp.

Moreno, M. 1987. Flora Vascular de Andalucía Occidental. Ed. E. Galiano pp. 156-158.

Paiva, J. 1993. *Parietaria*. In S. Castroviejo *et al*. Flora Ibérica. Plantas Vasculares de la Península Ibérica e Islas Baleares. Vol. III. Plumbaginaceae (partim) Capparaceae. Madrid. pp. 268-272.

Fecha de publicación: 30.12.1999



Figura 1. *Parietaria judaica* L. a. plantas colgantes creciendo en un muro. b. plantas pisoteadas debajo de una rejilla. c. plantas con desarrollo normal. d. granos de polen.

Figure 1. *Parietaria judaica* L. a. plants growing on a wall. b. trampled plants growing through a grating. c. normally developed plants. d. polen grains.

Gayana Bot. 56(2): 141-143, 1999. Comunicaciones breves. ISSN 0016-5301

LACTUCA VIROSA L. (ASTERACEAE), NUEVO REGISTRO PARA LA FLORA ADVENA DE CHILE

LACTUCA VIROSA *L. (ASTERACEAE), NEW RECORD FOR THE ADVENTITIOUS FLORA OF CHILE*

A new alien (aloctonous) species (*Lactuca virosa* L.), whose actual distribution area is the andean zone between Metropolitana Region to Ñuble (Bio Bio Region), is reported for Chile. Moreover, this species is decribed and illustrated and some of its ecological characteristics are discussed.

Jorge Macaya[1], Luis Faúndez[1] y María Teresa Serra[2]

[1] Depto. Prod. Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.
[2] Depto. Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

La familia Asteraceae (Compositae) está representada en Chile por 157 géneros y 932 especies, tanto endémicas, autóctonas como adventicias (alóctonas) (Marticorena y Quezada, 1985). El número de especies adventicias en Chile continental es de 90 (Marticorena, 1990). A su vez, dentro de esta familia, el género *Lactuca* L. incluye a unas 100 especies de amplia distribución mundial (Cabrera y Zardini, 1979), encontrándose en Chile, antes del presente trabajo, solamente una especie considerada maleza: *Lactuca serriola* L., la cual se distribuye desde la IV a la IX Región (Matthei, 1995). El objetivo de la siguiente nota es dar a conocer la presencia de *Lactuca virosa* L., como una nueva especie alóctona para Chile y además mencionar su distribución geográfica y comentarios acerca de su comportamiento ecológico.

Se revisó material de herbario de la familia Asteraceae existente en el Herbario de Referencia Agronómica de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile (AGUCH, sigla de herbario recién propuesta, no reconocida oficialmente). Esta revisión consistió en identificar taxonómicamente cada muestra por medio de la bibliografía especializada.

Como resultado de la determinación del material de herbario se encontró una nueva especie alóctona no citada hasta el momento como integrante de la flora de Chile, la que corresponde a *Lactuca virosa* L. La afirmación anterior se basa en el hecho que dicha especie no figura en ningún trabajo sobre plantas vasculares de Chile (Marticorena, 1992; Marticorena, 1996; Matthei y Marticorena, 1990; Marticorena y Quezada, 1985; Matthei, 1995; Ramírez, 1987).

Con esta nueva compuesta, la familia Asteraceae queda representada en Chile por un total de 933 especies, y el género *Lactuca* L. por 2 especies: *Lactuca serriola* L. y *Lactuca virosa* L. Esta última se diferencia de *Lactuca serriola* L. por presentar aquenios de color pardo oscuro a negro y alados (Feráková, 1977). A continuación se presenta una clave para distinguir a estas 2 especies entre sí.

1. Aquenios gris blanquecino, con márgenes no alados .... *L. serriola* L.
1. Aquenios pardo oscuro a negro, con márgenes alados .... *L. virosa* L.

Lactuca virosa L., Sp. Pl.: 795. 1753.

Hierba anual o bienal, laticífera, de hasta 2 m de altura, tallo robusto, estriado, simple o ramoso, híspido, principalmente en la parte inferior. Hojas sésiles,

las basales atenuadas en pseudopeciolos de 9-10 cm de largo y 2,8-3 cm de ancho, obovadas, las caulinares de 0,7-4 cm de largo y 1,2-1,5 cm de ancho, oblongo-ovadas, auriculadas, con margen generalmente entero o a lo más denticulado, nervadura dorsal con aguijones. Capítulos de flores amarillas, agrupados en panículas densas; involucro de 1-1,5 cm de largo y 2 cm de diámetro, brácteas involucrales de 1-1,5 cm de largo, lineal-lanceoladas. Aquenios pardo oscuros a negros, comprimidos, con bordes alados, ovalados, con 6-7 costillas, de 5 mm de largo por 1-2 mm de ancho, rostro filiforme, de 3 mm de largo, más corto que el aquenio, papus de 4-5 mm de largo, blanco, caduco, setas débilmente denticuladas (Fig. 1).

Especie europea, naturalizada en Argelia (Coste y Flahault, 1937), ahora en Chile en la Cordillera de los Andes desde la Región Metropolitana hasta la provincia de Ñuble (Región del Bío Bío).

Material Estudiado: Región Metropolitana, provincia Cordillera, comuna de San José de Maipo: Cajón de la Engorda, ladera norte, 24-I-1996, L. Faúndez y M. Gajardo s.n. (AGUCH s/n); ladera de exposición Oeste, Piuquencillos, 1.500 m, 26-V-1996, L. Faúndez s.n. (AGUCH s/n); provincia de Santiago: Cerro San Cristóbal, comuna de Providencia, 21-IV-1996, V. Lara s.n. (AGUCH s/n). VII Región del Maule, provincia de Cauquenes, Curepto, 30-I-1998, J. Macaya 389 (CONC); VIII Región del Bío Bío, provincia de Bío Bío, El Abanico, 800 m, 17-XI-1951, A. Pfister s.n. (CONC); Andarivel Ñireco, río Bío Bío, 560 m, II-1989, C. Marticorena y R. Rodríguez 1024 (CONC); provincia de Concepción, Talcahuano, I-1938, R. Cabrera s.n. (CONC); provincia de Ñuble: Reserva Nacional Ñuble, I-1989, L. Faúndez s.n. (AGUCH s/n). IX Región de la Araucanía, Prov. de Malleco, Quichamahuida, camino de Victoria a Traiguén, 245 m, 10-I-1991, O. Matthei y M. Quezada 1367 (CONC).

OBSERVACIONES

1. Especie ruderal, se encuentra principalmente a orillas de caminos y suelos removidos, coexistiendo en sectores de media altitud (700-1.500 m) con *Lactuca serriola* L., con la cual se confunde. En los sectores cordilleranos en donde ha sido colectada alcanza mayores altitudes que *Lactuca serriola* L., formando poblaciones puras.

2. De introducción posiblemente antigua, dada su gran área de distribución actual. Esta especie ha sido confundida con *Lactuca serriola* L., seguramente debido a la escasa importancia que se asigna habitualmente a las especies alóctonas por parte de los colectores, no obstante su gran valor como indicadoras de alteraciones ambientales. Esperamos que esta situación se revierta en el futuro, ya que estas especies representan, en muchos casos, una amenaza constante para la flora autóctona, dada su agresividad biológica y elevado potencial competitivo.

BIBLIOGRAFIA

Cabrera, A. L. y E. M. Zardini. 1979. Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires. Segunda Edición. Editorial ACME, Buenos Aires, Argentina. 755 pp.

Coste, H. y Ch. Flahault. 1937. Flore descriptive et illustrée de la France de la Corse et des contrées limitrophes, avec une introduction sur la flore et la végétation de la France. Second tirage. Librairie Scientifique et technique Albert Blanchard, Paris, Francia. Vol 2: 430-443.

Feráková, V. 1977. The genus *Lactuca* L. in Europe. Bratislava. 122 pp.

Marticorena, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. Gayana, Bot. 47 (3-4): 85-113.

------1992. Bibliografía Botánica Taxonómica de Chile. Monographs Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 41: 1-587.

------1996. Bibliografía Botánica Taxonómica de Chile. Suplemento I. Gayana Bot. 53(1): 1-261.

Marticorena, C. y M. Quezada. 1985. Catálogo de la flora vascular de Chile. Gayana Bot. 42: 5-157.

Matthei, O. 1995. Manual de las malezas que crecen en Chile. Ed. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile. 545 pp.

Matthei, O. y C. Marticorena. 1990. Malezas de la familia Asteraceae nuevas para la flora de Chile. Gayana Bot. 47 (1-2): 57-63.

Ramírez de Vallejo, A. 1989. Malezas de Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Estación Experimental La Platina. Boletín Técnico N° 15. Santiago, Chile. 80 pp.

Fecha de publicación: 30.12.1999



FIGURA 1. *Lactuca virosa* L. A) Rama con hojas y capítulos; B) Aquenio; C) Capítulo; D) Aquenio protegido por filarias; E) Roseta basal de hojas.

FIGURE 1. *Lactuca virosa* L. A) Branch with leaves and head; B) Achene; C) Head; D) Achene with bracts of receptacle; E) Rosete leaves.



ISSN 0016-5301

GAYANA BOTANICA

VOLUMEN 56 NUMERO 2 1999

CONTENIDO/CONTENTS



Dirigir correspondencia a:

COMITÉ DE PUBLICACIÓN
REVISTA GAYANA
CASILLA 160-C
CONCEPCIÓN, CHILE
E-mail: gayana@udec.cl

EDICIONES UNIVERSIDAD DE CONCEPCION